

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CÂMPUS CURITIBA  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**NICHOLLAS KOWALESKI SAUCEDO**

**INSPEÇÃO VISUAL DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS  
RESIDENCIAIS DE BAIXA TENSÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CURITIBA-PR  
2019**

**NICHOLLAS KOWALESKI SAUCEDO**

**INSPEÇÃO VISUAL DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS DE BAIXA  
TENSÃO**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica apresentado à disciplina de Trabalho de conclusão de curso 2, do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador (a): Professor Geraldo Cavalin

**CURITIBA-PR  
2019**

Nichollas Kowaleski Saucedo

## **Inspeção visual de instalações elétricas residenciais de baixa tensão**

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Eletricista, do curso de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Curitiba, 25 de junho de 2019.

---

Prof. Antonio Carlos Pinho, Dr.  
Coordenador de Curso  
Engenharia Elétrica

---

Profa. Annemarle Gehrke Castagna, Mestre  
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão de Curso  
de Engenharia Elétrica do DAELT

### **ORIENTAÇÃO**

---

Geraldo Cavalin, Esp/Msdo.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Orientador

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Geraldo Cavalin, Esp/Msdo.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Luiz Erley Schafranski, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Carlos Henrique Karam Salata, Esp.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à instituição e seu corpo docente, especialmente meu orientador Geraldo Cavalin, que me ofereceram seu tempo e suporte para que fosse possível concluir mais esta etapa da minha vida e alcançar o título de engenheiro.

Agradeço à minha esposa, Bianca, que sempre me apoiou nos melhores e piores momentos desta jornada, me incentivando e me mantendo confiante e motivado para conquistar este vislumbrado diploma.

Por fim, sou grato a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, participaram da realização deste trabalho.

## RESUMO

SAUCEDO, Nichollas Kowaleski. **Inspeção visual de instalações elétricas residenciais de baixa tensão**. 2019. 76 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação – Curso de Engenharia Elétrica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

Este trabalho apresenta um estudo de caso, no qual é realizada a inspeção visual em instalações elétricas residenciais de baixa tensão e de mesma planta baixa para detectar quais são os erros mais comuns cometidos neste tipo de instalação. O trabalho aborda conceitos básicos e os perigos da energia elétrica para a vida humana e as edificações, além de trazer dados do anuário estatístico da Abracopel sobre acidentes com eletricidade em instalações de baixa tensão. Por fim, há o detalhamento das inspeções, seguida pela análise dos dados coletados, recomendações e considerações finais.

Palavras-chave: Inspeção visual. Instalações elétricas. Baixa tensão. Perigos da eletricidade. Norma ABNT NBR 5410.

## **ABSTRACT**

SAUCEDO, Nichollas Kowaleski. **Visual inspection of low voltage residential electrical installations**. 2019. 76 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação – Curso de Engenharia Elétrica), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

This essay presents a case study, in which is performed a visual inspection of low voltage residential electrical installations of the same floor plan, to detect the most common errors in this type of installation. The essay approaches the basic concepts and the dangers of the electrical energy to human life and buildings, as well as provide data on the statistical yearbook of Abracopel on low voltage electricity installations. Ultimately, there is the detailing of the inspections, followed by the analysis of the data collected, recommendations and final considerations.

Keywords: Visual inspection. Electrical installations. Low voltage. Dangers of electricity. Standard ABNT NBR 5410.

## LISTA DE ABREVIações E SÍMBOLOS

DR – Diferencial-residual

DDR – Disjuntor diferencial-residual

IDR – Interruptor diferencial-residual

DPS – Dispositivo de proteção contra surtos

BT – Baixa tensão

QD – Quadro de distribuição

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IEC – Comissão Eletrotécnica Internacional

Abracopel – Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade

Copel – Companhia Paranaense de Energia

INBEP – Instituto Brasileiro de Educação Profissional

A – Ampère

V – Volt

Hz – Hertz

mA – miliampère

mm – milímetros

ms – milissegundos

$\Omega$  – Ohm

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Efeitos diretos e indiretos da corrente elétrica	22
Quadro 2 – Inspeção visual de instalações elétricas	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Itens de Verificação	16
Tabela 2 – Intensidade da corrente elétrica em homens e mulheres	23
Tabela 3 – Efeitos e resultados da corrente elétrica no corpo humano	24
Tabela 4 – Representatividade de instalação de BT em acidentes (2017)	27
Tabela 5 – Evolução dos acidentes com eletricidade no Brasil	29
Tabela 6 – Evolução por tipo de acidente	29
Tabela 7 – Acidentes por choque elétrico no Brasil	31
Tabela 8 – Acidentes por curto-circuito no Brasil	32
Tabela 9 – Verificação do apartamento 1	40
Tabela 10 – Verificação do apartamento 2	41
Tabela 11 – Verificação do apartamento 11	42
Tabela 12 – Verificação do apartamento 21	43
Tabela 13 – Verificação do apartamento 22	44
Tabela 14 – Análise dos resultados	62

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico da corrente x tempo	25
Figura 2 – Acidentes de origem elétrica em 2017	28
Figura 3 – Acidentes com eletricidade no Brasil	29
Figura 4 – Acidentes de origem elétrica (2013 a 2017)	30
Figura 5 – Acidentes por choque elétrico	31
Figura 6 – Acidentes por curto-circuito	32
Figura 7 – Quadro de distribuição geral do edifício	39
Figura 8 – Identificação dos circuitos do apartamento 1	45
Figura 9 – QD do apartamento 1	46
Figura 10 – Conexão do chuveiro do apartamento 1	47
Figura 11 – Extensão no quarto 3	48
Figura 12 – Quadro em área molhada	49
Figura 13 – QD do apartamento 2	50
Figura 14 – Conexão do chuveiro do apartamento 2	51
Figura 15 – QD do apartamento 11	52
Figura 16 – Conexão do chuveiro do apartamento 11	53
Figura 17 – Forro do banheiro do apartamento 11	54
Figura 18 – Tomadas sem tampa	54
Figura 19 – Quadro obstruído	55
Figura 20 – Circuitos sem identificação	56
Figura 21 – QD do apartamento 21	56
Figura 22 – Conexão do chuveiro do apartamento 21	57
Figura 23 – Tomada improvisada e sem tampa	58
Figura 24 – QD do apartamento 22	59
Figura 25 – Extensão e “tês” na sala	60
Figura 26 – Extensão e “tês” no quarto	60
Figura 27 – Conexão do chuveiro do apartamento 22	61

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 TEMA	12
1.1.1 Delimitação do Tema	13
1.2 PROBLEMA E PREMISSAS	13
1.3 OBJETIVOS	14
1.3.1 Objetivo Geral	15
1.3.2 Objetivos Específicos	15
1.4 JUSTIFICATIVA	17
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	17
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 O QUE É A ELETRICIDADE	18
2.2 CONCEITOS BÁSICOS	18
2.2.1 Corrente elétrica	18
2.2.2 Tensão elétrica	19
2.2.3 Resistência elétrica	19
3 PERIGOS DA ELETRICIDADE	20
3.1 CURTO-CIRCUITO	20
3.2 CHOQUE ELÉTRICO	21
4 A NORMA ABNT NBR 5410:2004	25
5 ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA	27
5.1 ACIDENTES POR CHOQUE ELÉTRICO	30
5.2 ACIDENTES POR CURTOS-CIRCUITOS	31
6 PREVENÇÃO DE ACIDENTES	32
6.1 SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES	33
6.1.1 Proteção ativa	33
6.1.2 Proteção passiva	34
6.2 INSPEÇÃO VISUAL	35
6.3 MANUTENÇÃO	37
6.4 PRIMEIROS SOCORROS	37
7 VERIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	38
8 DETALHAMENTO DAS VERIFICAÇÕES	45
8.1 APARTAMENTO 1	45
8.2 APARTAMENTO 2	49
8.3 APARTAMENTO 11	51

8.4 APARTAMENTO 21	55
8.5 APARTAMENTO 22	58
9 ANÁLISE DOS RESULTADOS	61
10 RECOMENDAÇÕES	65
11 CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
REFERÊNCIAS	68

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 TEMA

Desde que a energia elétrica foi descoberta no século XVIII pelo professor de anatomia Luigi Galvani, quatro fatores essenciais promoveram o aumento de sua utilização: o baixo custo de produção, a facilidade no transporte a grandes distâncias, a possibilidade de armazenamento e a facilidade na regulação e controle (MARTIGNONI, 1979).

De acordo com Borges Neto (2011), a importância da energia pode ser entendida ao observar o papel que ela exerce na sociedade e em todas atividades humanas. Desde as sociedades mais primitivas até hoje, a energia possui imensa participação, tanto como componente econômico quanto como componente social, que permite a evolução e satisfação da sociedade.

Sendo assim, esta vem sendo utilizada em larga escala e tornou-se indissociável da vida moderna, pois além de ser utilizada para fins tecnológicos como para a melhoria da qualidade de vida da população, ela promove o planejamento estratégico e desenvolvimento das nações. Porém, por ser uma forma de energia, ela pode apresentar riscos à vida humana e por isso deve ser manuseada e utilizada cuidadosamente. Para evitar que o risco de utilizar energia elétrica em residências, comércios e indústrias seja agravado e comprometa a segurança das pessoas e dos animais, foram criadas normas técnicas, que visam a padronização e conformidade de itens da instalação (RANGEL, 2011).

Para usufruir dos benefícios da energia elétrica em uma edificação é necessário que a instalação esteja em perfeitas condições e instalada corretamente. Para que isso possa ser atingido, primeiramente, é necessário que um projeto seja feito por um profissional qualificado e que este projeto obedeça às normas técnicas regulamentadoras vigentes para o caso específico em questão. Além disso, é de vital importância que os equipamentos e materiais utilizados estejam de acordo com os especificados no projeto elétrico e que estes sejam instalados corretamente e, para este fim, um profissional capacitado deve fazer o acompanhamento e verificação da instalação.

Em outras palavras, a execução de um projeto elétrico consiste principalmente em quantificar e determinar os tipos e localizar os pontos de

utilização de energia elétrica, definir os circuitos, os tipos de materiais utilizados e caminhos percorridos pelos mesmos e dimensioná-los de forma correta, adicionando os sistemas de proteção e comando necessários para garantir qualidade e segurança no fornecimento da energia elétrica.

Para atingir a qualidade necessária que garanta completa segurança em instalações elétricas de baixa tensão, sejam elas residenciais ou não-residenciais, é fundamental seguir a norma técnica criada para este objetivo específico. Neste caso, a norma vigente é a ABNT NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão, que estabelece quais condições devem ser satisfeitas para que seja garantido o funcionamento adequado da instalação, a conservação dos bens e a segurança das pessoas e animais.

### 1.1.1 Delimitação do Tema

Este trabalho consiste em um estudo de caso realizado em residências de mesma planta baixa em um condomínio vertical. O estudo delimita-se à inspeção visual das instalações elétricas residenciais de baixa tensão, levantamento dos erros encontrados e recomendações para que os acidentes sejam evitados.

## 1.2 PROBLEMA E PREMISSAS

Apesar da energia elétrica fazer parte do cotidiano da população, infelizmente, grande parte das instalações elétricas de baixa tensão não estão em conformidade com a norma técnica brasileira ABNT NBR 5410:2004, o que as torna um risco à segurança dos imóveis e da comunidade.

Segundo dados da ABRACOPEL (Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade) – que é a única entidade brasileira que levanta dados estatísticos de origem elétrica segmentados por local, origem, faixa etária, gênero e região –, o número de incêndios causados por curtos-circuitos apresenta um crescimento constante. Este número que era de 200 em 2013 subiu para 295 em 2014, chegou a 441 em 2015 e foi de 448 em 2016 para 451 em 2017. Além disso, o número de mortes causadas por choques elétricos também aumentou de 599 em 2016 para 627 em 2017.

Um dos principais fatores para esses números serem tão altos – além do descumprimento das normas de segurança e da falta de fiscalização por um profissional qualificado – é a falta de informação e conhecimento da população sobre os riscos ao qual estão submetidos diariamente e até mesmo dentro de suas próprias casas (RANGEL, 2011).

Maschietto (2014) explica que o cuidado com as instalações elétricas é uma causa de utilidade pública e, portanto, é necessário que haja uma mobilização por parte de órgãos governamentais exigindo o cumprimento de leis que obriguem inspeções elétricas prediais ao menos a cada cinco anos.

É necessário, também, que haja um trabalho de conscientização da população referente aos perigos da energia elétrica e os riscos aos quais estão diariamente sujeitos caso medidas de proteção não sejam tomadas, e que ocorra paralelamente um trabalho que objetive melhorar a qualificação dos profissionais que atuam neste setor (ABRACOPEL, 2018).

### 1.3 OBJETIVOS

Visando uma maior conscientização e orientação sobre os riscos de acidentes causados por instalações elétricas inadequadas e o seu impacto na segurança dos imóveis e seus residentes, este estudo de caso tem como foco a execução de uma série de verificações para detectar possíveis focos de sobrecargas, incêndios etc., para que se possa haver a correção e a consequente minimização dos riscos de acidentes.

Para isso, será utilizada uma tabela com uma seleção de itens para inspeção visual com o objetivo de identificar e apontar alguns erros básicos nas instalações elétricas residenciais de baixa tensão, para que sejam imediatamente corrigidos e garantam a segurança de quem utiliza as instalações.

É importante ressaltar que este procedimento é apenas uma inspeção visual da instalação e, portanto, não substitui a verificação completa descrita na norma ABNT NBR 5410:2004, uma vez que os ensaios também precisam ser realizados para um diagnóstico mais completo da instalação. Contudo, estas são ações mínimas de segurança que podem auxiliar um morador que não dispõe dos aparelhos de medição descritos na norma, além de poder ser realizada com uma maior frequência. Os ensaios por sua vez, devem ser realizados por profissionais

qualificados, com experiência em instalações e com os equipamentos corretos e necessários para que seja garantida a sua segurança, bem como a segurança das instalações e equipamentos instalados.

A tabela de inspeção visual utilizada neste estudo foi criada pelo Programa Casa Segura, que é uma iniciativa de entidades comprometidas com a valorização da vida, a defesa do seu patrimônio e a segurança da sociedade.

### 1.3.1 Objetivo Geral

Realizar a inspeção visual de instalações elétricas residenciais de baixa tensão.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Neste estudo de caso serão analisados alguns itens em sequência que representam requisitos básicos de segurança em instalações elétricas residenciais de baixa tensão.

- Verificar os itens da tabela 1, proposta pelo Programa Casa Segura em parceria com o instituto Procobre;
- Completar a tabela conforme as características de cada uma das instalações;
- Levantar os erros encontrados;
- Analisar os resultados encontrados;
- Apresentar as recomendações para que a segurança das instalações e de seus usuários sejam garantidas.

Tabela 1 - Itens de verificação

Item de verificação	Sim	Não	Observação
1 – Existe um projeto da instalação elétrica conforme o que foi construído.			Caso não exista deve ser feito um projeto conforme o que foi instalado.
2 – Os disjuntores têm selo do INMETRO?			Obrigatório desde 15/02/2002.
3 – Os fios e cabos têm selo do INMETRO?			Obrigatório desde 30/06/1996.
4 – Os interruptores têm selo do INMETRO?			Obrigatório desde 31/12/2002.
5 – As tomadas têm selo do INMETRO?			Obrigatório desde 01/01/2003.
6 – O quadro possui circuitos reservas ou espaço para estes?			Segundo a norma, para um quadro com até 6 circuitos é recomendado um espaço mínimo para 2 circuitos reservas.
7 – Algum componente da instalação está visualmente danificado? (quadro, disjuntor, fusível, chave, eletroduto, interruptor, tomada, placas ou tampas de caixas, etc.)			Se “SIM”, substituir o componente danificado.
8 – Alguma caixa de ligação (4"x2", 4"x4", octogonal, etc.) está sem tampa?			Se “SIM”, colocar a tampa devidamente fixada.
9 – As emendas e derivações dos condutores estão bem isoladas e dentro das caixas?			Não podem haver partes energizadas expostas e as emendas e derivações devem estar dentro das caixas.
10 – O quadro de distribuição está limpo, seco e os disjuntores estão identificados de modo que o usuário saiba a que circuito cada disjuntor pertence?			Se “NÃO”, limpar o quadro e identificar os componentes.
11 – O quadro de distribuição está fora de área molhada (box), longe de fontes de gás, tem tampa interna e está facilmente acessível, sem obstáculos na sua frente?			Se “NÃO”, remover a fonte de gás, instalar a tampa interna e desobstruir o acesso ao quadro.
12 – O quadro de distribuição possui identificação externa (nome do quadro)?			Identificação obrigatória de acordo com a norma.
13 – Os circuitos de iluminação estão separados dos circuitos de tomadas?			Separação obrigatória em cozinha, copa e área de serviço.
14 – A seção mínima dos circuitos de iluminação é de 1,5 mm <sup>2</sup> e dos demais circuitos é 2,5 mm <sup>2</sup> ?			Seções mínimas 1,5 mm <sup>2</sup> e 2,5 mm <sup>2</sup> (desde 1990), sendo que a seção adequada deve ser determinada por cálculo considerando a potência do circuito.
15 – Todas as tomadas são de 2 pólos + terra e o fio terra da instalação está ligado ao pólo terra das tomadas?			Devem ser instaladas tomadas de 3 pólos.
16 – Todas as caixas de ligação (4" x 2", 4" x 4", octogonal, etc.) possuem um fio terra em seu interior?			É obrigatória a presença de fio terra, tanto nas caixas de teto, quanto nas de parede e piso.
17 – Existe algum condutor neutro sendo usado como fio terra?			Se “SIM”, desliga-lo e providenciar a ligação de um fio terra independente do neutro.
18 – A cor do fio terra é verde ou verde-amarelo e a cor do neutro é azul-claro?			Cores padronizadas desde 1980.
19 – Existe algum erro de dimensionamento de disjuntor?			Recomenda-se utilizar a tabela 36 da norma NBR 5410:2004 para verificar a capacidade máxima de condução do cabo por sessão.
20 – Existe um dispositivo DR de 30mA (no máximo) nos circuitos previstos pela norma ABNT NBR 5410?			É obrigatório (desde 1997) o uso de DR para proteger circuitos de tomadas situados em cozinhas, copas, lavanderias, áreas de serviço, garagem, áreas externas, áreas internas sujeitas a lavagens e pontos situados em locais como banheiro ou chuveiro
21 – Foi testado o funcionamento do dispositivo DR através do acionamento do seu botão de teste?			Recomenda-se repetir este teste a cada 3 meses.
22 – Existe um dispositivo de proteção contra surtos (DPS) instalado no quadro de distribuição geral do edifício?			Uso indispensável desde 1997.
23 – As lâmpadas e tomadas estão funcionando corretamente?			Se “NÃO”, corrigir imediatamente o problema.
24 – Existem fios soltos no piso, nas paredes, nos tetos ou nos forros?			Se “SIM”, instalar os fios no interior dos eletrodutos, canaletas, etc.
25 – Os eletrodutos estão com um número excessivo de fios e cabos em seu interior?			Se aproximadamente mais da metade da área interna do eletroduto estiver ocupada, é provável que haja um número excessivo de fios.
26 – Existem “tês” instalados apresentando risco às pessoas ou à instalação?			Se “SIM”, substituí-los por um maior número de tomadas instaladas.

Fonte: Programa Casa Segura (2005), adaptado pelo autor.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

Com o aumento da população a demanda de energia segue crescendo e, conseqüentemente, o número de acidentes devido ao mau uso da energia elétrica segue a mesma tendência. Por tal razão, é de vital importância que haja uma conscientização sobre os riscos decorrentes da utilização da energia elétrica e quais ações imediatas podem ser tomadas para prevenir acidentes.

Além disso, o tópico de instalações elétricas abrange grande parte dos conhecimentos adquiridos durante o curso de engenharia elétrica, como cálculo, circuitos elétricos, transformadores, máquinas elétricas etc., e, com o título de engenheiro eletricista, é um dever prezar pela conformidade com as normas técnicas, assim, garantindo a qualidade na entrega de energia e a segurança da população.

## 1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método adotado para a realização deste trabalho é o estudo de caso, que consiste em verificações de instalações elétricas de baixa tensão. Para isso será escolhido um condomínio vertical de residências de mesma planta baixa, para que seja possível fazer a verificação das instalações e, juntamente com isso, a coleta de dados, seguindo a tabela 1. Com estes dados em mãos e a tabela preenchida, um projeto elétrico será criado para servir de modelo para a planta estudada.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Fundamentação teórica
- Capítulo 3 – Perigos da eletricidade
- Capítulo 4 – A norma ABNT NBR 5410:2004
- Capítulo 5 – Acidentes de origem elétrica
- Capítulo 6 – Prevenção de acidentes
- Capítulo 7 – Verificação das instalações elétricas
- Capítulo 8 – Detalhamento das verificações

- Capítulo 9 – Análise dos resultados
- Capítulo 10 – Recomendações
- Capítulo 11 – Considerações finais
- Referências
- Anexos

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 O QUE É A ELETRICIDADE**

A energia elétrica é gerada por usinas elétricas e, dependendo de seu tipo, a energia será produzida por geradores químicos ou eletromecânicos. Embora a pesquisa de fontes de eletricidade esteja focada em áreas pouco conhecidas como o aproveitamento do movimento e da energia dos mares, a produção de energia elétrica em larga escala é, em sua maioria, realizada pela transformação da energia mecânica de quedas d'água e pela transformação da energia térmica de combustíveis minerais (COPEL, 2016).

A Copel (2016) afirma que a energia elétrica se converteu na fonte energética mais utilizada no século XX, uma vez que ela pode ser facilmente transformada em qualquer outro tipo de energia e também devido a facilidade em seu transporte, que possui grande alcance através das linhas de alta tensão.

### **2.2 CONCEITOS BÁSICOS**

Para que haja uma melhor compreensão sobre a eletricidade e seu funcionamento, é necessário conhecer mais a fundo os três conceitos básicos que a fundamentam: corrente elétrica, tensão elétrica e resistência elétrica.

#### **2.2.1 Corrente elétrica**

Segundo Halliday (2009), quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades de um condutor, há um fluxo ordenado de partículas com carga elétrica, em outras palavras, há o deslocamento de cargas dentro do condutor, esse fluxo é denominado corrente elétrica. Quanto melhor o condutor elétrico, maior

é a mobilidade permitida para os elétrons, ou seja, os melhores condutores são os metais, como a prata, o ouro e o cobre.

De acordo com Creder (2007), a corrente elétrica pode ser subdividida em dois tipos: corrente contínua e corrente alternada. A corrente contínua é aquela fornecida por pilhas e baterias, enquanto que a corrente alternada é a que utilizamos na rede para fins industriais, comerciais e residenciais, proveniente, em sua maior parte, de grandes centros geradores.

Por fim, ao circular por um condutor, a corrente elétrica causa diversos efeitos, os quatro principais são: fisiológico, térmico, químico e magnético. O primeiro ocorre quando a corrente flui por organismos vivos e, os demais, em quaisquer condutores (RAMALHO JUNIOR, FERRARO, SOARES, 2007).

### 2.2.2 Tensão elétrica

De acordo com Halliday (2009), é denominada tensão elétrica – ou diferença de potencial – a força que faz com que haja o fluxo de corrente elétrica através de um condutor, quando as extremidades do mesmo estiverem submetidas a diferentes potenciais elétricos.

A tensão ou diferença de potencial, então, pode ser explicada como uma “pressão elétrica”, pois ao existir uma diferença de potencial entre dois pontos de um circuito, cria-se essa pressão que gera o movimento das cargas internas e faz com que uma corrente elétrica atravesse o circuito (MARTIGNONI, 1979).

### 2.2.3 Resistência elétrica

Entende-se por resistência elétrica a capacidade de um corpo de se opor à passagem de corrente elétrica, em outras palavras, a resistência contra o fluxo de corrente elétrica. Esta grandeza é medida em Ohms ( $\Omega$ ) (HALLIDAY, 2009).

Segundo Martignoni (1979), a resistência elétrica dos materiais é dependente de diversos fatores que são avaliados e mensurados por meio de experiências. Porém, é certo dizer que não existem condutores perfeitos, ou seja, não existem materiais que permitam o fluxo de cargas através de si sem que este ofereça qualquer resistência à essa passagem. E Bittencourt (1960) completa afirmando que

a resistência elétrica, que é uma propriedade física da matéria, é uma resistência de atrito, que tende a diminuir a intensidade da corrente.

Como não existe condutor perfeito, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, devido à colisão dos elétrons livres com os átomos do condutor, ocorre a transformação de parte da energia elétrica em energia térmica, este fenômeno é conhecido como efeito Joule. Este efeito, portanto, sempre ocorrerá, porém, sua intensidade será variável de acordo com a resistência oferecida à corrente (RAMALHO JUNIOR, FERRARO, SOARES, 2007).

### **3 PERIGOS DA ELETRICIDADE**

Com o aumento das aplicações com energia elétrica e o consequente aumento de sua utilização, diversos incêndios de origem elétrica foram reportados no país, motivando assim a criação do Comitê Brasileiro de Eletricidade e Iluminação (Cobei), em 1908, com o objetivo de manter a segurança dos usuários e de suas propriedades (RANGEL JUNIOR, 2011).

#### **3.1 CURTO-CIRCUITO**

É sabido que, devido ao efeito Joule, todos os componentes de instalações elétricas sofrem um aquecimento enquanto estão em funcionamento normal. Tal aquecimento é previsto e bem suportado pelos materiais, que já são projetados para suportar esses valores. No entanto, durante a vida útil de uma instalação, podem ocorrer diversas situações anormais que podem levar os componentes a atingirem temperaturas muito acima das esperadas, e esse aquecimento pode durar milésimos de segundos ou até mesmo dias. Este aquecimento ocorre quando uma sobrecorrente circula pela instalação (SEITO *et al*, 2008).

As sobrecorrentes podem se subdividir em dois tipos: sobrecargas ou curtos-circuitos. As sobrecargas geralmente são constituídas de correntes pouco acima do normal atuando por longos períodos de tempo, ao passo que os curtos-circuitos geralmente são correntes de magnitude muito elevada que atua por um período de tempo bem curto. Em ambos os casos, os componentes podem atingir temperaturas muito elevadas e ser um potencial foco de incêndio, podendo provocar a combustão de materiais que estejam próximos (SEITO *et al*, 2008).

Segundo Rangel Junior (2011), no âmbito residencial, a maior parte dos incêndios devidos à eletricidade são originados pelo sobreaquecimento dos condutores, que podem inflamar tanto seu próprio revestimento como também materiais que estiverem próximos como plásticos, tecidos e papel. Esse sobreaquecimento pode ocorrer por alguma irregularidade na instalação, subdimensionamento de componentes ou até mesmo mau uso do consumidor.

### 3.2 CHOQUE ELÉTRICO

De forma simples, clara e objetiva, o choque elétrico é um estímulo rápido e acidental do Sistema nervoso, causado pela passagem de uma corrente elétrica pelo corpo humano (SENAI, 2003). Ou, em termos mais técnicos, a corrente elétrica é um efeito patofisiológico produzido pela passagem da corrente elétrica pelo corpo humano, podendo causar graves lesões ou até mesmo vítimas fatais (LIMA FILHO, 1997).

Ao estudar os choques elétricos, então, é preciso considerar três fatores essenciais envolvidos: parte viva, massa e elemento condutor estranho à instalação. O primeiro é a parte condutora de uma instalação elétrica, que pode conter diferença de potencial elétrico em relação à terra. O segundo é um conjunto de partes metálicas que não possuem a função de conduzir corrente elétrica, como, por exemplo, carcaças, invólucros ou eletrodutos metálicos. O terceiro, por sua vez, é um elemento que não faz parte da instalação, mas pode introduzir um potencial elétrico nela, no caso de choques elétricos, o corpo humano assume o papel de elemento condutor estranho à instalação (LIMA FILHO, 1997).

Os choques elétricos podem ocorrer basicamente de duas maneiras, por contato direto ou indireto. O primeiro ocorre quando há o contato de uma pessoa com partes vivas da instalação e, o segundo, quando o corpo humano entra em contato com massas que ficaram acidentalmente energizadas (MAMEDE FILHO, 1997).

Segundo SENAI (2003), a passagem da corrente elétrica pode causar diversos efeitos colaterais ao indivíduo e esses efeitos podem ser diretos ou indiretos, como pode ser observado no quadro 1:

Quadro 1 – Efeitos diretos e indiretos da corrente elétrica

Efeitos indiretos de um choque elétrico	Efeitos diretos de um choque elétrico
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quedas</li> <li>• Ferimentos</li> <li>• Manifestações nervosas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formigamento</li> <li>• Contração muscular</li> <li>• Queimaduras</li> <li>• Parada respiratória</li> <li>• Parada cardíaca</li> </ul>

Fonte: SENAI (2003).

Como, de acordo com Sperandio (1994), o choque elétrico ocorre quando o corpo se torna parte de um circuito elétrico com uma diferença de potencial suficiente para vencer a resistência elétrica do mesmo, a intensidade dos efeitos do choque elétrico varia de intensidade de acordo com os seguintes fatores: percurso da corrente elétrica, características da corrente elétrica, resistência do corpo e tempo de contato.

- Percurso da corrente elétrica:

Este fator tem grande influência na gravidade do choque elétrico, pois se uma corrente elevada circular de uma perna a outra, a vítima pode apresentar apenas queimaduras locais. Porém, se esta mesma corrente circular de um braço a outro poderá ocorrer a paralisação dos músculos do coração ou uma parada cardíaca.

- Características da corrente elétrica:

O tipo de corrente elétrica que circula pelo corpo durante um choque elétrico tem grande impacto na gravidade do acidente. No caso de uma corrente contínua circular pelo corpo, por exemplo, esta precisa ser de três a cinco vezes maior do que se fosse do tipo alternada para se obter a mesma gravidade de acidente. Sendo assim, as correntes que oferecem maior risco à saúde são as com frequência mais baixa, por exemplo, entre 20 e 100 Hertz. A intensidade do acidente também varia de acordo com o sexo da vítima, como pode ser observado na tabela 2.

Tabela 2 – Intensidade da corrente elétrica em homens e mulheres

	Homens	Mulheres
Limiar de percepção	1,1 mA	0,7 mA
Choque não doloroso, sem perda do controle muscular	1,8 mA	1,2 mA
Choque doloroso (limiar do largar)	16,0 mA	10,5 mA
Choque doloroso e grande contrações musculares, dificuldade de respiração	23,0 mA	15,0 mA

Fonte: Sperandio (1994).

- Resistência do corpo:

Esta também possui grande influência na intensidade de corrente que circulará pelo corpo, pois, segundo a lei de Ohm, a corrente e a resistência elétrica são interdependentes e inversamente proporcionais. Embora a resistência do corpo humano é quase que exclusivamente devida à epiderme (camada exterior da pele), cuja resistência elétrica está situada entre 100.000 e 600.000  $\Omega$ , quando a pele encontra-se seca, este valor, porém, sofre alterações de acordo com alguns fatores como a umidade da pele, podendo chegar a apenas 500  $\Omega$ , situação mais facilmente encontrada na prática. Em adição a isso, a parte interna do corpo apresenta uma resistência elétrica média de apenas 300  $\Omega$ . Então, a resistência total oferecida à passagem de corrente será a resistência do corpo somada com qualquer outra resistência adicional entre a vítima e a terra.

- Tempo de contato:

A reação de um músculo ao sofrer um choque elétrico é a contração, ou seja, se a vítima encostar a palma da mão no condutor, a tendência é que a mão se feche e aumente o tempo de contato. Caso a vítima consiga se afastar do condutor, isso diminui o tempo de contato e também o risco de graves lesões. Segundo a IEC (*International Electrotechnical Commission*), como resultado de diversas pesquisas em diversos países, foi estabelecido um limite de 10 mA para a “corrente de largar” para condições normais.

Devido aos severos efeitos causados pelo fluxo de corrente elétrica no corpo humano, diversos institutos e organizações de diferentes países se engajaram em pesquisar mais a fundo a relação da amplitude de corrente e os efeitos causados ao corpo humano e os resultados das pesquisas mostraram que correntes a partir de 30 mA já podem ser fatais aos seres humanos.

Braga (1991) define que a partir de uma corrente de intensidade de 8 mA, a vítima já consegue sentir os efeitos fisiológicos da mesma, a partir de 20 mA os efeitos podem ser mais sérios como paralisia muscular e, a partir de 100 mA, a vítima vai a óbito. E o Instituto Brasileiro de Educação Profissional apresenta, na tabela 3, uma descrição mais elucidativa, contendo os diversos efeitos da corrente sobre o corpo humano e também formas de salvamento e possíveis resultados:

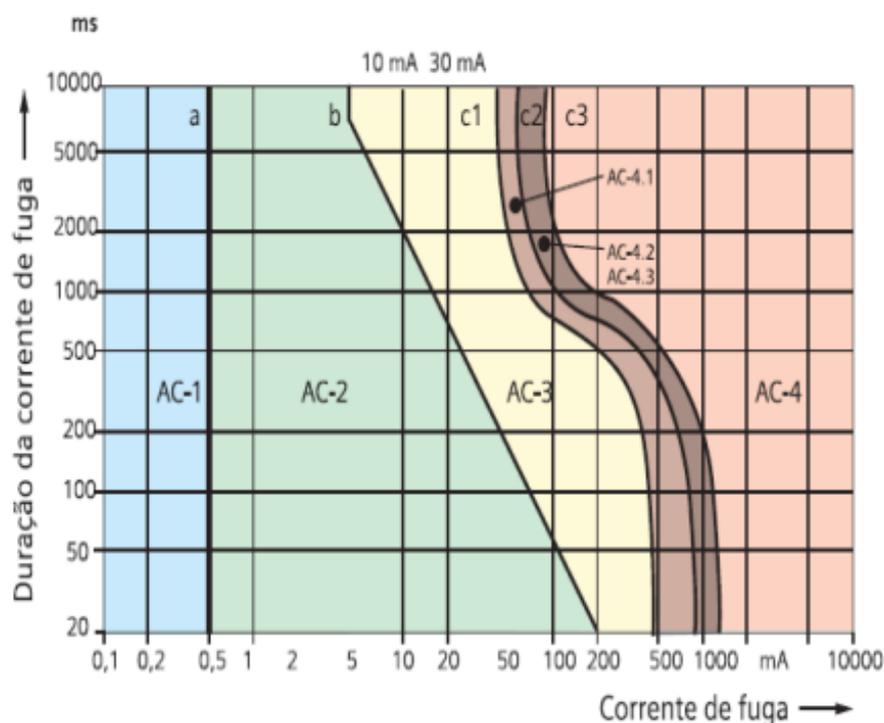
Tabela 3 – Efeitos e resultados da corrente elétrica no corpo humano

<b>Intensidade da corrente alternada (60 Hz)</b>	<b>Efeito no corpo</b>	<b>Estado aparente da pessoa</b>	<b>Salvamento</b>	<b>Resultado</b>
1 mA	nenhum	normal	desnecessário	normal
1 a 9 mA	sensação desagradável e, à medida que a intensidade aumenta, a vítima apresenta espasmos musculares	normal	desnecessário	normal
9 a 20 mA	dor, contrações violentas, asfixia, anoxia, anoxemia, perturbação circulatória	morte aparente	respiração artificial	reestabelecimento
20 a 100 mA	dor insuportável, contrações violentas, anoxia, anoxemia. Fibrilação ventricular	morte aparente	respiração artificial	salvamento difícil e a morte pode ocorrer em minutos
Acima de 100 mA	asfixia imediata, fibrilação ventricular, alterações musculares, queimaduras	morte posterior ou imediata	muito difícil	morte
Acima de 1 A	asfixia imediata, queimaduras graves	morte posterior ou imediata	praticamente impossível	morte

Fonte: INBEP (2018).

Porém, como mencionado anteriormente, os fatores tempo e percurso também possuem grande influência sobre estes resultados, então, a figura 1 apresenta um gráfico com zonas em função da duração do choque elétrico para o percurso da mão esquerda ao pé.

Figura 1 – Gráfico da corrente x tempo



Fonte: Ferreira (2013).

Na zona AC-1 não há reação e é geralmente imperceptível, na zona AC-2 pode existir a percepção e contrações musculares involuntárias, porém, sem causar efeitos fisiológicos. Na zona AC-3 ocorrem fortes contrações musculares, dificuldade respiratória e disfunções cardíacas reversíveis. Na zona AC-4.1 existe a chance de fibrilação ventricular, na zona AC-4.2 essa chance é de 50% e na zona AC-4.3 a probabilidade é superior a 50% (FERREIRA, 2013).

#### 4 A NORMA ABNT NBR 5410:2004

Esta norma aplica-se principalmente às instalações elétricas de edificações, independentemente de seu uso (residencial, comercial, industrial, rural etc.), desde que a tensão nominal seja inferior a 1000 V em corrente alternada, com frequência inferior a 400 Hz, ou tensão nominal inferior a 1500 V em corrente contínua. E seu principal objetivo é estabelecer condições às instalações elétricas de baixa tensão para garantir a segurança das pessoas e animais, o funcionamento adequado das instalações e equipamentos e a conservação dos bens.

É afirmado que o projeto, a execução, a verificação e a manutenção de instalações elétricas devem ser confiados a pessoas qualificadas, que executem

suas funções assegurando a conformidade com esta norma ou a norma específica para cada trabalho, visando a segurança de todos os envolvidos. Inclusive, os componentes utilizados nas instalações devem ser corretamente selecionados para que sejam evitados efeitos danosos ou indesejados. Algumas características e fenômenos que podem comprometer o desempenho satisfatório da instalação são: fator de potência, harmônicos, desequilíbrio entre fases etc.

Seguir as instruções e usar os dispositivos de proteção são obrigatórios e possuem duas funções principais: proteção contra choques elétricos e contra efeitos térmicos. A primeira protege exclusivamente pessoas e animais dos efeitos da corrente elétrica, ao passo que, a segunda protege pessoas, edifícios, materiais e a própria instalação de efeitos térmicos que podem causar queimaduras, degradação ou até mesmo a combustão de materiais. Para que a segurança seja garantida é necessário seguir os procedimentos corretos para cada tipo de local e atmosfera, fazer correto uso dos materiais e dispositivos, garantir a equipotencialização dos circuitos e equipamentos e um aterramento corretamente instalado.

A instalação também deve conter as devidas documentações mínimas necessárias, são elas: plantas, esquemas unifilares, detalhes de montagem (se necessário), memorial descritivo, especificação dos componentes e parâmetros de projeto. Estes documentos vão descrever o percurso de cada condutor, a descrição dos componentes instalados e suas características nominais e os cálculos de ampacidade, queda de tensão, corrente de curto-circuito, fatores de demanda, temperatura, etc. Após concluída a instalação, o manual do usuário deve ser entregue e este documento deve conter: esquemas dos quadros de distribuição indicando os circuitos e suas respectivas finalidades, potências máximas que podem ser conectadas aos circuitos e recomendação explícita para que os dispositivos de proteção não sejam trocados por outros de características diferentes.

Por fim, vale ressaltar que esta norma não se aplica a instalações de iluminação pública, redes de distribuição de energia, instalações em minas, instalações de cercas eletrificadas, instalações de tração elétrica, instalações elétricas de veículos automotores, embarcações ou aeronaves e instalações de proteção contra quedas diretas de raios.

## 5 ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA

Consoante Rangel Junior (2011), apesar do Brasil ter – juntamente com as nações mais desenvolvidas – se engajado para a criação de normas para o uso seguro da energia elétrica desde o primeiro momento, não temos conseguido evitar acidentes de origem elétrica como grandes incêndios. Porém, fora do Brasil esses números também impressionam. Nos Estados Unidos, entre 1999 e 2003, ocorreram 65.300 incêndios de origem elétrica em residências, causando prejuízos diretos de mais de US\$ 1,2 bilhões.

Segundo dados da Abracopel (2018), há um elevado número de acidentes – fatais ou não – de origem elétrica que ocorrem anualmente no Brasil e ainda mais preocupante é a representatividade das instalações de baixa tensão em relação ao total. Em relação aos acidentes fatais envolvendo choque elétrico em 2017, dos 627 óbitos, 46,57% destes, ou seja, 292 óbitos ocorreram em instalações de baixa tensão. Este número só não é maior porque quase metade dos acidentes fatais ocorrem em linhas aéreas de distribuição e estas foram desconsideradas. Em relação aos curtos-circuitos, somente em 2017 os curtos causaram 451 incêndios e 425, praticamente 95%, ocorreram em instalações de baixa tensão. Desses mesmos 451 incêndios, 30 foram fatais e 100% destes ocorreram em instalações residenciais ou comerciais. Estes dados podem ser observados na tabela 4:

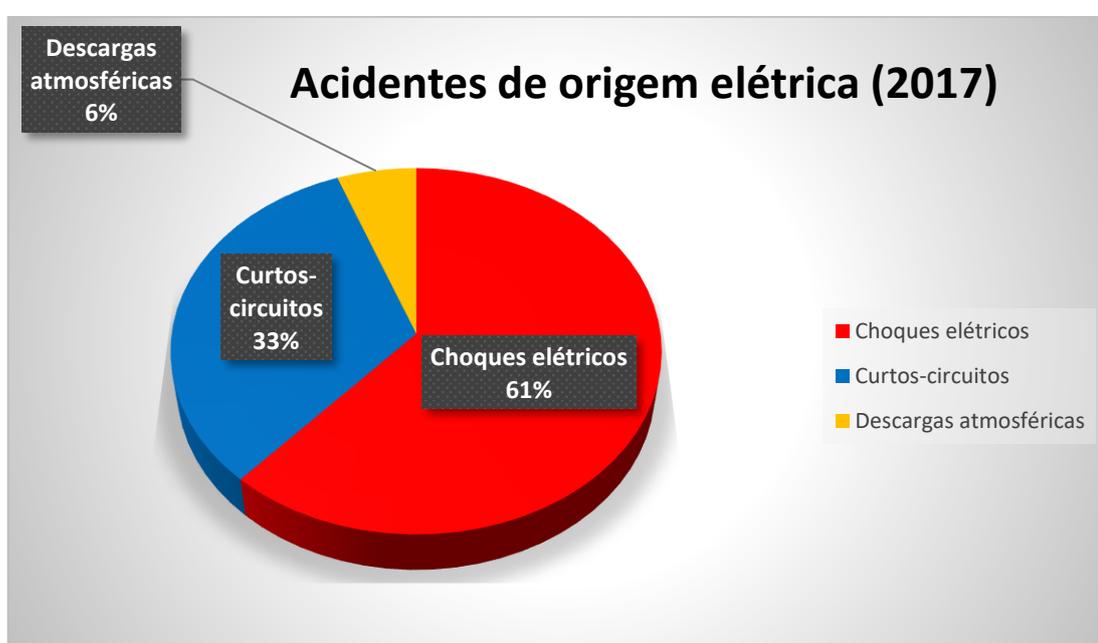
Tabela 4 – Representatividade de instalação de BT em acidentes (2017)

<b>Representatividade de instalações de BT em acidentes (2017)</b>			
Tipo	Acidente	Quantidade	Representatividade
Choque Elétrico	Total de mortes	627	46,57%
	Mortes em áreas residenciais e comerciais	292	
Curto-circuito	Total de incêndios	451	94,24%
	Incêndios em áreas residenciais e comerciais	425	
	Incêndios fatais	30	100%
Incêndios fatais em áreas residenciais e comerciais	30		

Fonte: Abracopel (2018).

Foi realizada, então, a subdivisão dos tipos de acidentes de origem elétrica de 2017 para que seja facilitada a verificação de proporcionalidade dos acidentes. Apenas em 2017, portanto, dos 1381 casos registrados de acidentes de origem elétrica, tivemos 702 acidentes fatais e 679 não fatais. Além disso, 61% de todos os acidentes são ocasionados por choques elétricos, 33% por curtos-circuitos e 6% por descargas atmosféricas (ABRACOPEL, 2018). Estes dados podem ser visualizados graficamente na figura 2:

Figura 2 – Acidentes de origem elétrica em 2017



Fonte: Abracopel (2018).

De acordo com a Abracopel (2018), uma atenção maior tem de ser dada para os acidentes em ambientes residenciais, pois as distribuidoras de energia não medem esforços para reduzir acidentes em suas áreas de concessão, porém quase não existem projetos, campanhas ou ações para a conscientização da população, havendo um trabalho praticamente isolado da Abracopel e do instituto Procobre neste segmento.

Ao fazer uma comparação dos acidentes de origem elétrica dos últimos 5 anos, com os dados fornecidos pela Abracopel (2018), é possível ver o preocupante aumento destes números. Esta evolução pode ser vista na tabela 5:

Tabela 5 – Evolução dos acidentes com eletricidade no Brasil

<b>Evolução dos acidentes com eletricidade no Brasil</b>					
Ano	2013	2014	2015	2016	2017
Total de acidentes	1050	1210	1247	1292	1381
Aumento total	31,52%				

Fonte: Abracopel (2018).

Subdividindo estes números por tipo de acidente, obtêm-se os dados apresentados na tabela 6:

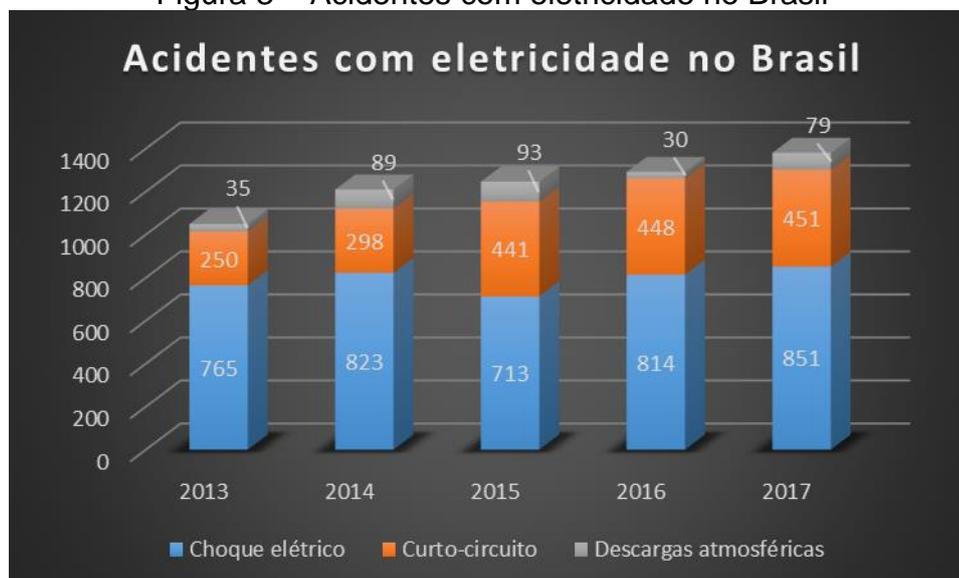
Tabela 6 – Evolução por tipo de acidente

<b>Evolução por tipo de acidente</b>						
Tipo de Acidente	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Choque elétrico	765	823	713	814	851	3,966
Curto-circuito	250	298	441	448	451	1,888

Fonte: Abracopel (2018).

Para uma melhor visualização desse crescimento, a figura 3 apresenta os mesmos dados da tabela 6 de forma gráfica:

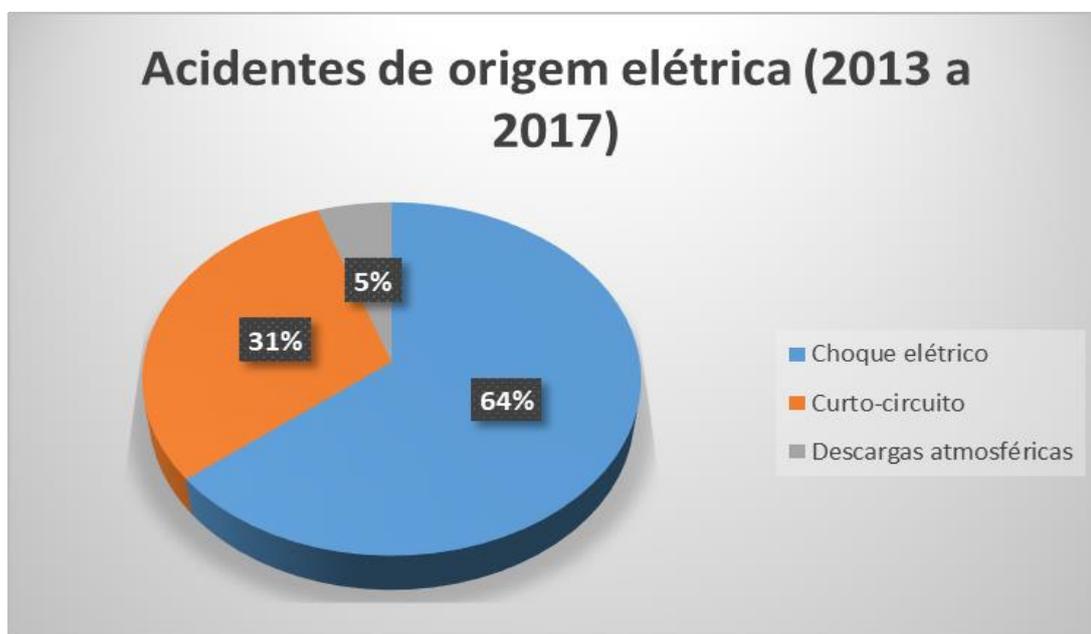
Figura 3 – Acidentes com eletricidade no Brasil



Fonte: Abracopel (2018).

E a comprovação da constância de representatividade de cada tipo de acidente pode ser observada na figura 4:

Figura 4 – Acidentes de origem elétrica (2013 a 2017)



Fonte: Abracopel (2018).

Na sequência serão analisados os tipos de acidente isoladamente e seus respectivos crescimentos ao longo dos anos. Contudo, como as descargas atmosféricas não são parte do objetivo deste estudo, seus dados serão desconsiderados.

### 5.1 ACIDENTES POR CHOQUE ELÉTRICO

Nos últimos cinco anos, mais de três mil vidas foram perdidas por desconhecimento ou descaso (1,64 mortes por dia), e são os jovens entre 21 e 40 anos que configuram mais da metade desse número. Além disso, em sua maioria estão profissionais ligados à área de construção civil como pedreiros, pintores e instaladores de fachada (ABRACOPEL, 2018).

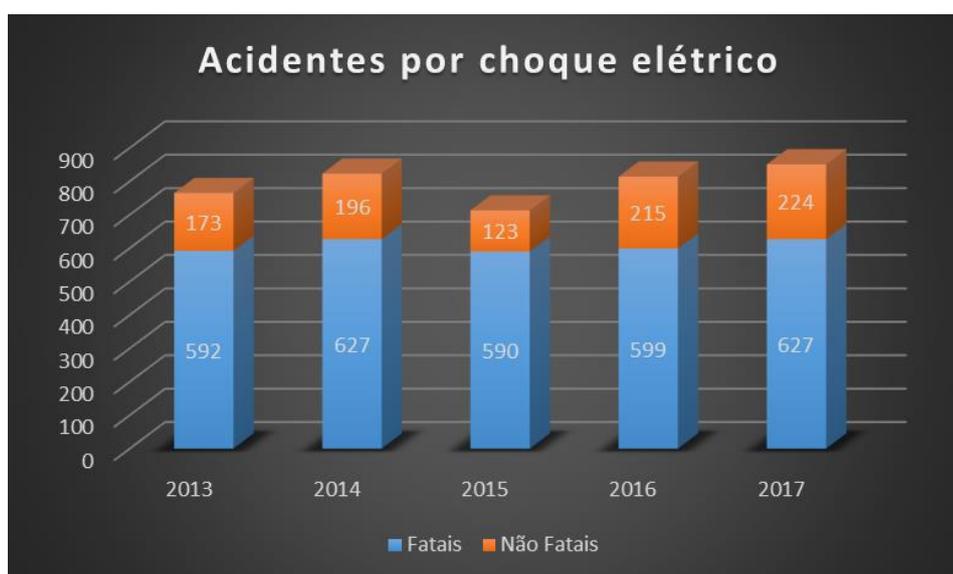
Os números da evolução de acidentes por choque elétrico e seu respectivo gráfico podem ser vistos na tabela 7 e figura 5, respectivamente:

Tabela 7 – Acidentes por choque elétrico no Brasil

Acidentes por choque elétrico no Brasil									
2013		2014		2015		2016		2017	
Fatal	Não fatal	Fatal	Não fatal	Fatal	Não fatal	Fatal	Não fatal	Fatal	Não fatal
765		823		713		814		851	
592	173	627	196	590	123	599	215	627	224

Fonte: Abracopel (2018).

Figura 5 – Acidentes por choque elétrico



Fonte: Abracopel (2018).

Ao analisar os dados da tabela 7, observa-se que houve um aumento de 5,91% no número de acidentes fatais por choques elétricos e de 29,48% no número de acidentes não fatais, resultado em um aumento de 11,24% no número total de acidentes.

## 5.2 ACIDENTES POR CURTOS-CIRCUITOS

Os acidentes por curtos-circuitos, como explicados anteriormente, são causados por sobrecargas e estas geram incêndios, que destroem vidas e patrimônios. Embora este tipo de acidente não seja o maior em número de casos, ele representa um terço de todos os acidentes com eletricidade no Brasil e, infelizmente, apresenta um crescimento de 80,40% no número de acidentes somente nos últimos 5 anos, como pode ser observado na tabela 8:

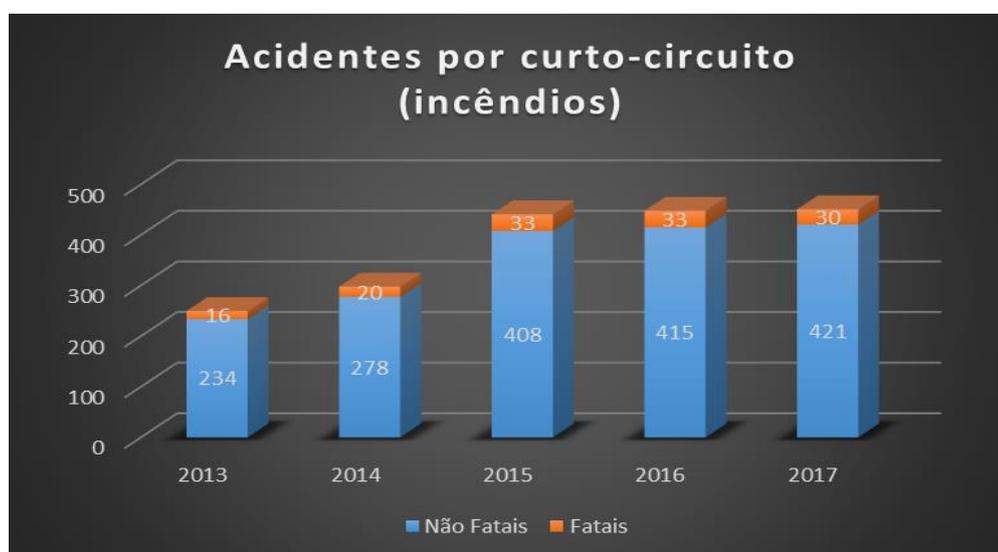
Tabela 8 – Acidentes por curto-circuito no Brasil

Acidentes por curto-circuito no Brasil									
2013		2014		2015		2016		2017	
250		298		441		448		451	
Fatal	Não fatal	Fatal	Não fatal	Fatal	Não fatal	Fatal	Não fatal	Fatal	Não fatal
16	234	20	278	33	408	33	415	30	421

Fonte: Abracopel (2018).

De 2013 a 2017 o número de acidentes fatais por curto-circuitos aumentou em 87,50% e, o número de acidentes não fatais, aumentou em 79,92%. Esse crescimento pode ser melhor visualizado na figura 6:

Figura 6 – Acidentes por curto-circuito



Fonte: Abracopel (2018).

## 6 PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Segundo Seito *et al.* (2008), as estatísticas brasileiras de ocorrências de incêndios de origem elétrica são bastante elevadas, então é de extrema importância que os sistemas elétricos não sejam tratados como coadjuvantes ou complementares e sim com a seriedade e cuidados que lhes são devidos. E Rangel Junior (2011) complementa que, embora a energia elétrica induza diversos benefícios à sociedade e promova seu desenvolvimento, é necessário que seus riscos sejam devidamente controlados.

Para Scheid (1980), o meio mais eficiente de manter a segurança em instalações elétricas é por meio de constante inspeção. Através da inspeção verifica-se: o estado dos contatos dos equipamentos seccionadores, continuidade de circuitos, temperatura dos condutores e valores de tensão e corrente aplicados.

No entanto, para que seja garantida a segurança e prevenção de acidentes, quatro passos devem ser levados em consideração: segurança em instalações, inspeção visual, manutenção e primeiros socorros.

## 6.1 SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES

As medidas de proteção em instalações elétricas podem ser classificadas de duas formas: ativas ou passivas. As ativas são dadas pelo correto uso e funcionamento de disjuntores, que fazem o seccionamento automático da alimentação caso haja, por exemplo, o choque elétrico, impedindo que uma corrente elétrica circule pelo corpo por um tempo que possa resultar em risco de efeito fisiológico perigoso. As passivas, no entanto, limitam o valor da corrente que, em caso de choque elétrico, circula pelo corpo humano. Isso é atingido pelo eficiente aterramento das massas, isolação das partes vivas e adição de barreiras ou invólucros (LIMA FILHO, 1997).

### 6.1.1 Proteção ativa

Os equipamentos que realizam a proteção ativa têm como principal objetivo de estabelecer, conduzir e interromper circuitos em condições normais de operação. Por sua vez, caso uma anomalia seja detectada, este dispositivo irá atuar para limitar a ocorrência desta grandeza em módulo e tempo de duração. Fazem parte da proteção ativa equipamentos como disjuntores, relés e fusíveis (LIMA FILHO, 1997).

Outros importantes equipamentos de proteção são os dispositivos diferenciais-residuais (DR), que, por sua vez, não tem como objetivo principal proteger circuitos e equipamentos, mas sim pessoas e segundo Walenia (2008), ele funciona como um sensor que mede continuamente as correntes de entrada e saída do circuito. Estas correntes devem ser idênticas, caso contrário há uma corrente de fuga e o dispositivo deve atuar.

Os dispositivos DR se dividem em dois tipos: interruptor diferencial-residual (IDR) e disjuntor diferencial-residual (DDR). O primeiro atua apenas na proteção quando existem correntes de fuga e, o segundo, realiza a mesma função, porém também atua como disjuntor termomagnético, desligando o circuito caso a corrente ultrapasse um determinado valor (DE MATOS, 2017).

De acordo com Lima Filho (1997), é recomendada a utilização de dispositivos DR de alta sensibilidade, com corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior a 30 mA. Porém, Lima Filho (1997) e Walenia (2008) concordam que isoladamente, o DR não é uma medida efetiva e suficiente para a proteção contra choques elétricos, ou seja, a utilização deste dispositivo não dispensa de forma alguma o emprego das demais medidas de proteção.

Outro equipamento de grande importância é o dispositivo de proteção contra surtos (DPS). Segundo Cavalin (2011), este atua na proteção contra sobretensões transitórias (surtos de tensão) e visa, sobretudo, a segurança e a integridade física das pessoas e de seu patrimônio. E de acordo com a norma ABNT NBR 5410:2004, esses surtos de tensões podem ocorrer devido a descargas elétricas ou sobretensões de manobras e seu uso não deve ser dispensado em nenhuma hipótese caso haja risco direto ou indireto à segurança e a saúde das pessoas.

Um grande problema quanto aos dispositivos de proteção, no entanto, é que quando um disjuntor atua sobre um circuito, é comum que uma pessoa mal informada realize a troca do dispositivo por um outro com capacidade maior. Porém, se o disjuntor possuir uma capacidade de condução de corrente maior que a do condutor instalado, a corrente que flui pode fundir o condutor, provocando um curto-circuito e um possível incêndio (ROCHA, 2007).

#### 6.1.2 Proteção passiva

O aterramento é uma conexão elétrica intencional com a terra, que propicia um caminho seguro e favorável às correntes elétricas perigosas e indesejáveis (LIMA FILHO, 1997). Em outras palavras, em sua essência, o aterramento é uma ligação elétrica à terra com a função de proteger pessoas e equipamentos. Quanto menor for a resistência desta conexão, mais eficaz será o aterramento, uma vez que a corrente terá mais facilidade de percorrer aquele caminho (SENAI, 2003).

Damasceno e Iryoda (2010) explicam que o aterramento é aplicável a dois fenômenos físicos, naturais – como descargas atmosféricas – e aos fenômenos produzidos pelo homem – como instalações elétricas – e esta é a principal medida de proteção contra contatos indiretos, ou seja, contatos com partes não-vivas das instalações que podem estar com um potencial elétrico diferente da terra, usada como referência.

De acordo com Lima Filho (1997), o aterramento pode ser dividido em dois tipos: aterramento funcional e aterramento de proteção. O primeiro consiste na ligação do condutor neutro à terra, visando garantir o funcionamento correto da instalação e equipamentos conectados à ela. O segundo tipo, por sua vez, visa o aterramento das massas e dos elementos condutores estranhos à instalação, visando a proteção contra contatos indiretos. E para complementar, Walenia (2008) ressalta que pode ser utilizado um condutor de proteção comum para vários circuitos, todavia todos circuitos devem possuir um condutor de proteção ao longo de toda sua extensão, para que seja alcançada a equipotencialização.

A equipotencialização em uma instalação, por sua vez, é definida como o ato de fazer com que não haja diferença de potencial elétrico entre dois ou mais corpos e esta é um recurso utilizado para fazer a proteção contra choques elétricos, sobretensões e perturbações eletromagnéticas (DAMASCENO e IRYODA, 2010).

## 6.2 INSPEÇÃO VISUAL

Em suma, a inspeção visual tem por objetivo a verificação de conformidade com as normas aplicáveis dos equipamentos, dispositivos e circuitos, ou também a verificação se os elementos que necessitam de certificação estão devidamente certificados. Além disso, é necessário verificar se os dispositivos e componentes foram corretamente selecionados e instalados, de acordo com o projeto elétrico aprovado, e se os mesmos não possuem nenhum dano aparente que possa comprometer seu funcionamento (MORENO e ORSOLON, 2014).

O major do Corpo de Bombeiros do estado de São Paulo, Adilson Antonio da Silva, afirma que a inspeção visual deve se iniciar pelos quadros gerais e seguir para a entrada de energia, que é onde se constatam a maioria dos itens de segurança presentes ou não na edificação. Em seguida, os componentes elétricos dentro das residências ou comércios devem ser vistoriados e os itens são de fácil visualização.

Os sistemas de proteção contra incêndios também devem ser inspecionados, tendo uma atenção especial que alimentam os serviços de segurança, pois estes devem estar protegidos contra a ação do fogo. E, por fim, a documentação, que deve conter as prescrições normativas referentes às instalações elétricas prediais de baixa tensão (SILVA, 2011).

De forma resumida, a inspeção visual deve atender aos elementos citados no quadro 2:

Quadro 2 – Inspeção visual de instalações elétricas

Item	Requisito	Item da Norma (NBR 5410:2004)
Inspeção visual	Medidas de proteção conta choques elétricos	5.1
	Medidas de proteção contra efeitos térmicos	5.2
	Seleção e instalação de linhas elétricas	6.2
	Seleção, ajuste e localização dos dispositivos de proteção	6.3
	Presença dos dispositivos de seccionamento e comando, sua adequação e localização	5.6 e 6.3
	Adequação dos componentes e das medidas de proteção às condições de influências externas existentes	5.2.2, 6.1.3.2, 6.2.4, capítulo 9 e anexo C
	Identificação dos componentes	6.1.5
	Presença das instruções, sinalizações e advertências requeridas	6.4.2.1.5, 6.5.4.10, 6.5.4.11, 9.2.3.1.3, 5.6.3.2 e 5.6.4.2
	Execução das conexões	6.2.8
	Acessibilidade	4.1.10 e 6.1.4

Fonte: INMETRO Portaria nº 51/2014.

Rocha (2007) completa afirmando que as instalações elétricas são as mais perigosas de serem mantidas, uma vez que não é possível ver a corrente elétrica fluindo pelo condutor. Desta maneira, o responsável pela manutenção deve ter precaução em suas atividades, para evitar acidentes.

### 6.3 MANUTENÇÃO

Devido ao grande número de edifícios em todas as partes do país, é necessário que haja a manutenção das instalações por motivos de segurança aos moradores e para que as instalações durem o tempo correto. A falta de manutenção em instalações antigas pode causar sobrecargas e curtos circuitos, que, além de levar risco aos moradores, podem causar a perda de patrimônio (ROCHA, 2007).

Os prédios com mais de 20 anos já estão com as instalações elétricas no final de suas vidas úteis, no limite do desgaste, e possivelmente com cargas superiores às projetadas quando construídos. Então, por questões de segurança aos moradores, é necessário que haja verificações de rotina (ROCHA, 2007).

De acordo com Scheid (1980), no entanto, ao realizar serviços de manutenção e reparos em instalações de baixa tensão, alguns cuidados devem ser tomados, como: evitar trocar equipamentos ou realizar serviços sem que a chave do circuito seja desligada, permitir acesso aos quadros elétricos apenas à pessoas credenciadas, utilizar os devidos EPIs (equipamentos de proteção individual) como luvas de borracha e alicate isolado ao trabalhar com linhas vivas e verificar se todas emendas e conexões estão firmes.

É necessário, portanto, que as pessoas percebam que tudo possui uma vida útil limitada e que peças e componentes já desgastados devem ser substituídos antes que o problema se agrave e leve risco aos moradores e às edificações. Para isso, os gastos com manutenção devem ser previstos no orçamento e todos procedimentos devem ser realizados com cautela e equipamentos de proteção (ROCHA, 2007).

### 6.4 PRIMEIROS SOCORROS

Sempre que uma pessoa for vítima de choque elétrico, algumas medidas devem ser tomadas, tanto para evitar outros acidentes como para socorrer a vítima e evitar uma fatalidade.

A primeira providência a ser tomada é desligar a chave do circuito, caso seja acessível, interrompendo a passagem de corrente pela vítima. Se não for possível desligar o circuito, a vítima deve ser afastada do circuito por meio de um material isolante como um pedaço de madeira seco, uma peça de plástico, borracha etc.

(SCHEID, 1980). Deve-se ter em mente que nunca se pode tocar na vítima sem a certeza de estar livre de sofrer uma descarga elétrica (WALENIA, 2008).

A segunda providência, uma vez que a vítima não está mais em contato com o circuito energizado, é obter auxílio médico. Caso esta providência demande algum tempo, é preciso desapertar cintos, colarinhos e qualquer outra peça que possa dificultar a respiração, examinar narinas e boca da vítima para retirar quaisquer objetos que possam causar sufocamento e, então, aplicam-se técnicas de ressuscitação cardiorrespiratórias ou o método de respiração artificial Holger-Nielsen. Para este último passo, a pessoa deve estar adequadamente treinada (SCHEID, 1980).

Caso o choque ocorra em cabos de alta tensão, não é recomendado aproximar-se da vítima, e as entidades responsáveis – como concessionária de energia e corpo de bombeiros – devem ser imediatamente acionadas, para que o devido socorro seja prestado às vítimas (WALENIA, 2008).

Consoante Walenia (2008), as vítimas que são atendidas adequadamente em até 1 minuto após o choque elétrico possuem 95% de chance de sobreviver. Porém, se o atendimento não for prestado em até 6 minutos, as chances da vítima caem para menos de 1%.

## **7 VERIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

Neste capítulo serão apresentados os resultados das inspeções visuais nas tabelas 9, 10, 11, 12 e 13. As instalações verificadas são monofásicas de baixa tensão (127 V) e vale ressaltar que, para realizar as verificações, os disjuntores foram desligados durante todo o processo, garantindo a segurança de todos os presentes e também dos equipamentos instalados. Ao final da inspeção, o disjuntor geral é religado e os disjuntores do quadro interno de distribuição são desligados e ligados, com o objetivo de testar o funcionamento dos dispositivos e também determinar a distribuição dos circuitos para a realização do projeto *as built*.

Ao passo que as irregularidades são encontradas, os residentes são informados do problema e a recomendação de como proceder é fornecida, para que o problema seja resolvido o quanto antes de forma efetiva e eficaz.

Antes de iniciar a inspeção nos apartamentos, foi localizado o quadro de distribuição geral do edifício, que possui um disjuntor de 40 A para cada

apartamento e um disjuntor de 30 A para a iluminação das escadas e seus respectivos sensores de presença e para a instalação das campainhas dos apartamentos. Este quadro permanece selado por ser o ponto de medição de consumo de energia dos apartamentos. Além disso, observa-se a falta do dispositivo DPS, que deve ser instalado no quadro geral de entrada do edifício. O quadro pode ser visualizado na figura 7.

Figura 7 – Quadro de distribuição geral do edifício



Fonte: arquivo do autor.

Então inicia-se a inspeção e o preenchimento das tabelas para cada apartamento.

Tabela 9 – Verificação do apartamento 1

Item de verificação	Sim	Não	Observação
1 – Existe um projeto da instalação elétrica conforme o que foi construído.		X	Caso não exista deve ser feito um projeto conforme o que foi instalado.
2 – Os disjuntores têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 15/02/2002.
3 – Os fios e cabos têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 30/06/1996.
4 – Os interruptores têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 31/12/2002.
5 – As tomadas têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 01/01/2003.
6 – O quadro possui circuitos reservas ou espaço para estes?	X		Segundo a norma, para um quadro com até 6 circuitos é recomendado um espaço mínimo para 2 circuitos reservas.
7 – Algum componente da instalação está visualmente danificado? (quadro, disjuntor, fusível, chave, eletroduto, interruptor, tomada, placas ou tampas de caixas, etc.)		X	Se “SIM”, substituir o componente danificado.
8 – Alguma caixa de ligação (4"x2", 4"x4", octogonal, etc.) está sem tampa?	X		Se “SIM”, colocar a tampa devidamente fixada.
9 – As emendas e derivações dos condutores estão bem isoladas e dentro das caixas?		X	Não podem haver partes energizadas expostas e as emendas e derivações devem estar dentro das caixas.
10 – O quadro de distribuição está limpo, seco e os disjuntores estão identificados de modo que o usuário saiba a que circuito cada disjuntor pertence?	X		Se “NÃO”, limpar o quadro e identificar os componentes.
11 – O quadro de distribuição está fora de área molhada (box), longe de fontes de gás, tem tampa interna e está facilmente acessível, sem obstáculos na sua frente?	X		Se “NÃO”, remover a fonte de gás, instalar a tampa interna e desobstruir o acesso ao quadro.
12 – O quadro de distribuição possui identificação externa (nome do quadro)?		X	Identificação obrigatória de acordo com a norma.
13 – Os circuitos de iluminação estão separados dos circuitos de tomadas?	X		Separação obrigatória em cozinha, copa e área de serviço.
14 – A seção mínima dos circuitos de iluminação é de 1,5 mm <sup>2</sup> e dos demais circuitos é 2,5 mm <sup>2</sup> ?	X		Seções mínimas 1,5 mm <sup>2</sup> e 2,5 mm <sup>2</sup> (desde 1990), sendo que a seção adequada deve ser determinada por cálculo considerando a potência do circuito.
15 – Todas as tomadas são de 2 pólos + terra e o fio terra da instalação está ligado ao pólo terra das tomadas?		X	Devem ser instaladas tomadas de 3 pólos.
16 – Todas as caixas de ligação (4" x 2", 4" x 4", octogonal, etc.) possuem um fio terra em seu interior?		X	É obrigatória a presença de fio terra, tanto nas caixas de teto, quanto nas de parede e piso.
17 – Existe algum condutor neutro sendo usado como fio terra?		X	Se “SIM”, desliga-lo e providenciar a ligação de um fio terra independente do neutro.
18 – A cor do fio terra é verde ou verde-amarelo e a cor do neutro é azul-claro?		X	Cores padronizadas desde 1980.
19 – Existe algum erro de dimensionamento de disjuntor?	X		Recomenda-se utilizar a tabela 36 da norma NBR 5410:2004 para verificar a capacidade máxima de condução do cabo por sessão.
20 – Existe um dispositivo DR de 30mA (no máximo) nos circuitos previstos pela norma ABNT NBR 5410?		X	É obrigatório (desde 1997) o uso de DR para proteger circuitos de tomadas situados em cozinhas, copas, lavanderias, áreas de serviço, garagem, áreas externas, áreas internas sujeitas a lavagens e pontos situados em locais como banheiro ou chuveiro
21 – Foi testado o funcionamento do dispositivo DR através do acionamento do seu botão de teste?		X	Recomenda-se repetir este teste a cada 3 meses.
22 – Existe um dispositivo de proteção contra surtos (DPS) instalado no quadro de distribuição geral do edifício?		X	Uso indispensável desde 1997.
23 – As lâmpadas e tomadas estão funcionando corretamente?		X	Se “NÃO”, corrigir imediatamente o problema.
24 – Existem fios soltos no piso, nas paredes, nos tetos ou nos forros?	X		Se “SIM”, instalar os fios no interior dos eletrodutos, canaletas, etc.
25 – Os eletrodutos estão com um número excessivo de fios e cabos em seu interior?		X	Se aproximadamente mais da metade da área interna do eletroduto estiver ocupada, é provável que haja um número excessivo de fios.
26 – Existem “tês” instalados apresentando risco às pessoas ou à instalação?		X	Se “SIM”, substituí-los por um maior número de tomadas instaladas.

Fonte: Programa Casa Segura (2005), adaptado pelo autor.

Tabela 10 – Verificação do apartamento 2

Item de verificação	Sim	Não	Observação
1 – Existe um projeto da instalação elétrica conforme o que foi construído.		X	Caso não exista deve ser feito um projeto conforme o que foi instalado.
2 – Os disjuntores têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 15/02/2002.
3 – Os fios e cabos têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 30/06/1996.
4 – Os interruptores têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 31/12/2002.
5 – As tomadas têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 01/01/2003.
6 – O quadro possui circuitos reservas ou espaço para estes?		X	Segundo a norma, para um quadro com até 6 circuitos é recomendado um espaço mínimo para 2 circuitos reservas.
7 – Algum componente da instalação está visualmente danificado? (quadro, disjuntor, fusível, chave, eletroduto, interruptor, tomada, placas ou tampas de caixas, etc.)	X		Se “SIM”, substituir o componente danificado.
8 – Alguma caixa de ligação (4"x2", 4"x4", octogonal, etc.) está sem tampa?	X		Se “SIM”, colocar a tampa devidamente fixada.
9 – As emendas e derivações dos condutores estão bem isoladas e dentro das caixas?		X	Não podem haver partes energizadas expostas e as emendas e derivações devem estar dentro das caixas.
10 – O quadro de distribuição está limpo, seco e os disjuntores estão identificados de modo que o usuário saiba a que circuito cada disjuntor pertence?		X	Se “NÃO”, limpar o quadro e identificar os componentes.
11 – O quadro de distribuição está fora de área molhada (box), longe de fontes de gás, tem tampa interna e está facilmente acessível, sem obstáculos na sua frente?		X	Se “NÃO”, remover a fonte de gás, instalar a tampa interna e desobstruir o acesso ao quadro.
12 – O quadro de distribuição possui identificação externa (nome do quadro)?		X	Identificação obrigatória de acordo com a norma.
13 – Os circuitos de iluminação estão separados dos circuitos de tomadas?		X	Separação obrigatória em cozinha, copa e área de serviço.
14 – A seção mínima dos circuitos de iluminação é de 1,5 mm <sup>2</sup> e dos demais circuitos é 2,5 mm <sup>2</sup> ?		X	Seções mínimas 1,5 mm <sup>2</sup> e 2,5 mm <sup>2</sup> (desde 1990), sendo que a seção adequada deve ser determinada por cálculo considerando a potência do circuito.
15 – Todas as tomadas são de 2 pólos + terra e o fio terra da instalação está ligado ao pólo terra das tomadas?		X	Devem ser instaladas tomadas de 3 pólos.
16 – Todas as caixas de ligação (4" x 2", 4" x 4", octogonal, etc.) possuem um fio terra em seu interior?		X	É obrigatória a presença de fio terra, tanto nas caixas de teto, quanto nas de parede e piso.
17 – Existe algum condutor neutro sendo usado como fio terra?		X	Se “SIM”, desliga-lo e providenciar a ligação de um fio terra independente do neutro.
18 – A cor do fio terra é verde ou verde-amarelo e a cor do neutro é azul-claro?		X	Cores padronizadas desde 1980.
19 – Existe algum erro de dimensionamento de disjuntor?	X		Recomenda-se utilizar a tabela 36 da norma NBR 5410:2004 para verificar a capacidade máxima de condução do cabo por sessão.
20 – Existe um dispositivo DR de 30mA (no máximo) nos circuitos previstos pela norma ABNT NBR 5410?		X	É obrigatório (desde 1997) o uso de DR para proteger circuitos de tomadas situados em cozinhas, copas, lavanderias, áreas de serviço, garagem, áreas externas, áreas internas sujeitas a lavagens e pontos situados em locais como banheiro ou chuveiro
21 – Foi testado o funcionamento do dispositivo DR através do acionamento do seu botão de teste?		X	Recomenda-se repetir este teste a cada 3 meses.
22 – Existe um dispositivo de proteção contra surtos (DPS) instalado no quadro de distribuição geral do edifício?		X	Uso indispensável desde 1997.
23 – As lâmpadas e tomadas estão funcionando corretamente?	X		Se “NÃO”, corrigir imediatamente o problema.
24 – Existem fios soltos no piso, nas paredes, nos tetos ou nos forros?		X	Se “SIM”, instalar os fios no interior dos eletrodutos, canaletas, etc.
25 – Os eletrodutos estão com um número excessivo de fios e cabos em seu interior?		X	Se aproximadamente mais da metade da área interna do eletroduto estiver ocupada, é provável que haja um número excessivo de fios.
26 – Existem “tês” instalados apresentando risco às pessoas ou à instalação?		X	Se “SIM”, substituí-los por um maior número de tomadas instaladas.

Fonte: Programa Casa Segura (2005), adaptado pelo autor.

Tabela 11 – Verificação do apartamento 11

Item de verificação	Sim	Não	Observação
1 – Existe um projeto da instalação elétrica conforme o que foi construído.		X	Caso não exista deve ser feito um projeto conforme o que foi instalado.
2 – Os disjuntores têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 15/02/2002.
3 – Os fios e cabos têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 30/06/1996.
4 – Os interruptores têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 31/12/2002.
5 – As tomadas têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 01/01/2003.
6 – O quadro possui circuitos reservas ou espaço para estes?		X	Segundo a norma, para um quadro com até 6 circuitos é recomendado um espaço mínimo para 2 circuitos reservas.
7 – Algum componente da instalação está visualmente danificado? (quadro, disjuntor, fusível, chave, eletroduto, interruptor, tomada, placas ou tampas de caixas, etc.)		X	Se “SIM”, substituir o componente danificado.
8 – Alguma caixa de ligação (4"x2", 4"x4", octogonal, etc.) está sem tampa?	X		Se “SIM”, colocar a tampa devidamente fixada.
9 – As emendas e derivações dos condutores estão bem isoladas e dentro das caixas?		X	Não podem haver partes energizadas expostas e as emendas e derivações devem estar dentro das caixas.
10 – O quadro de distribuição está limpo, seco e os disjuntores estão identificados de modo que o usuário saiba a que circuito cada disjuntor pertence?		X	Se “NÃO”, limpar o quadro e identificar os componentes.
11 – O quadro de distribuição está fora de área molhada (box), longe de fontes de gás, tem tampa interna e está facilmente acessível, sem obstáculos na sua frente?	X		Se “NÃO”, remover a fonte de gás, instalar a tampa interna e desobstruir o acesso ao quadro.
12 – O quadro de distribuição possui identificação externa (nome do quadro)?		X	Identificação obrigatória de acordo com a norma.
13 – Os circuitos de iluminação estão separados dos circuitos de tomadas?		X	Separação obrigatória em cozinha, copa e área de serviço.
14 – A seção mínima dos circuitos de iluminação é de 1,5 mm <sup>2</sup> e dos demais circuitos é 2,5 mm <sup>2</sup> ?		X	Seções mínimas 1,5 mm <sup>2</sup> e 2,5 mm <sup>2</sup> (desde 1990), sendo que a seção adequada deve ser determinada por cálculo considerando a potência do circuito.
15 – Todas as tomadas são de 2 pólos + terra e o fio terra da instalação está ligado ao pólo terra das tomadas?		X	Devem ser instaladas tomadas de 3 pólos.
16 – Todas as caixas de ligação (4" x 2", 4" x 4", octogonal, etc.) possuem um fio terra em seu interior?		X	É obrigatória a presença de fio terra, tanto nas caixas de teto, quanto nas de parede e piso.
17 – Existe algum condutor neutro sendo usado como fio terra?		X	Se “SIM”, desliga-lo e providenciar a ligação de um fio terra independente do neutro.
18 – A cor do fio terra é verde ou verde-amarelo e a cor do neutro é azul-claro?		X	Cores padronizadas desde 1980.
19 – Existe algum erro de dimensionamento de disjuntor?	X		Recomenda-se utilizar a tabela 36 da norma NBR 5410:2004 para verificar a capacidade máxima de condução do cabo por sessão.
20 – Existe um dispositivo DR de 30mA (no máximo) nos circuitos previstos pela norma ABNT NBR 5410?		X	É obrigatório (desde 1997) o uso de DR para proteger circuitos de tomadas situados em cozinhas, copas, lavanderias, áreas de serviço, garagem, áreas externas, áreas internas sujeitas a lavagens e pontos situados em locais como banheiro ou chuveiro
21 – Foi testado o funcionamento do dispositivo DR através do acionamento do seu botão de teste?		X	Recomenda-se repetir este teste a cada 3 meses.
22 – Existe um dispositivo de proteção contra surtos (DPS) instalado no quadro de distribuição geral do edifício?		X	Uso indispensável desde 1997.
23 – As lâmpadas e tomadas estão funcionando corretamente?	X		Se “NÃO”, corrigir imediatamente o problema.
24 – Existem fios soltos no piso, nas paredes, nos tetos ou nos forros?	X		Se “SIM”, instalar os fios no interior dos eletrodutos, canaletas, etc.
25 – Os eletrodutos estão com um número excessivo de fios e cabos em seu interior?		X	Se aproximadamente mais da metade da área interna do eletroduto estiver ocupada, é provável que haja um número excessivo de fios.
26 – Existem “tês” instalados apresentando risco às pessoas ou à instalação?		X	Se “SIM”, substituí-los por um maior número de tomadas instaladas.

Fonte: Programa Casa Segura (2005), adaptado pelo autor.

Tabela 12 – Verificação do apartamento 21

Item de verificação	Sim	Não	Observação
1 – Existe um projeto da instalação elétrica conforme o que foi construído.		X	Caso não exista deve ser feito um projeto conforme o que foi instalado.
2 – Os disjuntores têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 15/02/2002.
3 – Os fios e cabos têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 30/06/1996.
4 – Os interruptores têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 31/12/2002.
5 – As tomadas têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 01/01/2003.
6 – O quadro possui circuitos reservas ou espaço para estes?	X		Segundo a norma, para um quadro com até 6 circuitos é recomendado um espaço mínimo para 2 circuitos reservas.
7 – Algum componente da instalação está visualmente danificado? (quadro, disjuntor, fusível, chave, eletroduto, interruptor, tomada, placas ou tampas de caixas, etc.)		X	Se “SIM”, substituir o componente danificado.
8 – Alguma caixa de ligação (4"x2", 4"x4", octogonal, etc.) está sem tampa?	X		Se “SIM”, colocar a tampa devidamente fixada.
9 – As emendas e derivações dos condutores estão bem isoladas e dentro das caixas?		X	Não podem haver partes energizadas expostas e as emendas e derivações devem estar dentro das caixas.
10 – O quadro de distribuição está limpo, seco e os disjuntores estão identificados de modo que o usuário saiba a que circuito cada disjuntor pertence?		X	Se “NÃO”, limpar o quadro e identificar os componentes.
11 – O quadro de distribuição está fora de área molhada (box), longe de fontes de gás, tem tampa interna e está facilmente acessível, sem obstáculos na sua frente?		X	Se “NÃO”, remover a fonte de gás, instalar a tampa interna e desobstruir o acesso ao quadro.
12 – O quadro de distribuição possui identificação externa (nome do quadro)?		X	Identificação obrigatória de acordo com a norma.
13 – Os circuitos de iluminação estão separados dos circuitos de tomadas?		X	Separação obrigatória em cozinha, copa e área de serviço.
14 – A seção mínima dos circuitos de iluminação é de 1,5 mm <sup>2</sup> e dos demais circuitos é 2,5 mm <sup>2</sup> ?		X	Seções mínimas 1,5 mm <sup>2</sup> e 2,5 mm <sup>2</sup> (desde 1990), sendo que a seção adequada deve ser determinada por cálculo considerando a potência do circuito.
15 – Todas as tomadas são de 2 pólos + terra e o fio terra da instalação está ligado ao pólo terra das tomadas?		X	Devem ser instaladas tomadas de 3 pólos.
16 – Todas as caixas de ligação (4" x 2", 4" x 4", octogonal, etc.) possuem um fio terra em seu interior?		X	É obrigatória a presença de fio terra, tanto nas caixas de teto, quanto nas de parede e piso.
17 – Existe algum condutor neutro sendo usado como fio terra?		X	Se “SIM”, desliga-lo e providenciar a ligação de um fio terra independente do neutro.
18 – A cor do fio terra é verde ou verde-amarelo e a cor do neutro é azul-claro?		X	Cores padronizadas desde 1980.
19 – Existe algum erro de dimensionamento de disjuntor?	X		Recomenda-se utilizar a tabela 36 da norma NBR 5410:2004 para verificar a capacidade máxima de condução do cabo por sessão.
20 – Existe um dispositivo DR de 30mA (no máximo) nos circuitos previstos pela norma ABNT NBR 5410?		X	É obrigatório (desde 1997) o uso de DR para proteger circuitos de tomadas situados em cozinhas, copas, lavanderias, áreas de serviço, garagem, áreas externas, áreas internas sujeitas a lavagens e pontos situados em locais como banheiro ou chuveiro
21 – Foi testado o funcionamento do dispositivo DR através do acionamento do seu botão de teste?		X	Recomenda-se repetir este teste a cada 3 meses.
22 – Existe um dispositivo de proteção contra surtos (DPS) instalado no quadro de distribuição geral do edifício?		X	Uso indispensável desde 1997.
23 – As lâmpadas e tomadas estão funcionando corretamente?	X		Se “NÃO”, corrigir imediatamente o problema.
24 – Existem fios soltos no piso, nas paredes, nos tetos ou nos forros?		X	Se “SIM”, instalar os fios no interior dos eletrodutos, canaletas, etc.
25 – Os eletrodutos estão com um número excessivo de fios e cabos em seu interior?	X		Se aproximadamente mais da metade da área interna do eletroduto estiver ocupada, é provável que haja um número excessivo de fios.
26 – Existem “tês” instalados apresentando risco às pessoas ou à instalação?		X	Se “SIM”, substituí-los por um maior número de tomadas instaladas.

Fonte: Programa Casa Segura (2005), adaptado pelo autor.

Tabela 13 – Verificação do apartamento 22

Item de verificação	Sim	Não	Observação
1 – Existe um projeto da instalação elétrica conforme o que foi construído.		X	Caso não exista deve ser feito um projeto conforme o que foi instalado.
2 – Os disjuntores têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 15/02/2002.
3 – Os fios e cabos têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 30/06/1996.
4 – Os interruptores têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 31/12/2002.
5 – As tomadas têm selo do INMETRO?	X		Obrigatório desde 01/01/2003.
6 – O quadro possui circuitos reservas ou espaço para estes?	X		Segundo a norma, para um quadro com até 6 circuitos é recomendado um espaço mínimo para 2 circuitos reservas.
7 – Algum componente da instalação está visualmente danificado? (quadro, disjuntor, fusível, chave, eletroduto, interruptor, tomada, placas ou tampas de caixas, etc.)		X	Se “SIM”, substituir o componente danificado.
8 – Alguma caixa de ligação (4"x2", 4"x4", octogonal, etc.) está sem tampa?		X	Se “SIM”, colocar a tampa devidamente fixada.
9 – As emendas e derivações dos condutores estão bem isoladas e dentro das caixas?	X		Não podem haver partes energizadas expostas e as emendas e derivações devem estar dentro das caixas.
10 – O quadro de distribuição está limpo, seco e os disjuntores estão identificados de modo que o usuário saiba a que circuito cada disjuntor pertence?		X	Se “NÃO”, limpar o quadro e identificar os componentes.
11 – O quadro de distribuição está fora de área molhada (box), longe de fontes de gás, tem tampa interna e está facilmente acessível, sem obstáculos na sua frente?	X		Se “NÃO”, remover a fonte de gás, instalar a tampa interna e desobstruir o acesso ao quadro.
12 – O quadro de distribuição possui identificação externa (nome do quadro)?		X	Identificação obrigatória de acordo com a norma.
13 – Os circuitos de iluminação estão separados dos circuitos de tomadas?	X		Separação obrigatória em cozinha, copa e área de serviço.
14 – A seção mínima dos circuitos de iluminação é de 1,5 mm <sup>2</sup> e dos demais circuitos é 2,5 mm <sup>2</sup> ?	X		Seções mínimas 1,5 mm <sup>2</sup> e 2,5 mm <sup>2</sup> (desde 1990), sendo que a seção adequada deve ser determinada por cálculo considerando a potência do circuito.
15 – Todas as tomadas são de 2 pólos + terra e o fio terra da instalação está ligado ao pólo terra das tomadas?		X	Devem ser instaladas tomadas de 3 pólos.
16 – Todas as caixas de ligação (4" x 2", 4" x 4", octogonal, etc.) possuem um fio terra em seu interior?		X	É obrigatória a presença de fio terra, tanto nas caixas de teto, quanto nas de parede e piso.
17 – Existe algum condutor neutro sendo usado como fio terra?		X	Se “SIM”, desliga-lo e providenciar a ligação de um fio terra independente do neutro.
18 – A cor do fio terra é verde ou verde-amarelo e a cor do neutro é azul-claro?		X	Cores padronizadas desde 1980.
19 – Existe algum erro de dimensionamento de disjuntor?	X		Recomenda-se utilizar a tabela 36 da norma NBR 5410:2004 para verificar a capacidade máxima de condução do cabo por sessão.
20 – Existe um dispositivo DR de 30mA (no máximo) nos circuitos previstos pela norma ABNT NBR 5410?		X	É obrigatório (desde 1997) o uso de DR para proteger circuitos de tomadas situados em cozinhas, copas, lavanderias, áreas de serviço, garagem, áreas externas, áreas internas sujeitas a lavagens e pontos situados em locais como banheiro ou chuveiro
21 – Foi testado o funcionamento do dispositivo DR através do acionamento do seu botão de teste?		X	Recomenda-se repetir este teste a cada 3 meses.
22 – Existe um dispositivo de proteção contra surtos (DPS) instalado no quadro de distribuição geral do edifício?		X	Uso indispensável desde 1997.
23 – As lâmpadas e tomadas estão funcionando corretamente?	X		Se “NÃO”, corrigir imediatamente o problema.
24 – Existem fios soltos no piso, nas paredes, nos tetos ou nos forros?		X	Se “SIM”, instalar os fios no interior dos eletrodutos, canaletas, etc.
25 – Os eletrodutos estão com um número excessivo de fios e cabos em seu interior?		X	Se aproximadamente mais da metade da área interna do eletroduto estiver ocupada, é provável que haja um número excessivo de fios.
26 – Existem “tês” instalados apresentando risco às pessoas ou à instalação?	X		Se “SIM”, substituí-los por um maior número de tomadas instaladas.

Fonte: Programa Casa Segura (2005), adaptado pelo autor.

## 8 DETALHAMENTO DAS VERIFICAÇÕES

Após realizar a inspeção visual, é necessário que seja feito o detalhamento das verificações, para que haja um melhor entendimento dos tópicos que não estão de acordo com a norma e que são possíveis focos de acidentes com eletricidade.

Este capítulo, então, será destinado para a apresentação dos detalhamentos das inspeções de cada apartamento e quais erros foram detectados.

### 8.1 APARTAMENTO 1

Durante a inspeção no apartamento 1, foi verificado que os itens 1, 6, 8, 9, 12, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24 não atendem os requisitos solicitados pela norma ABNT NBR 5410:2004, podendo causar acidentes e levar risco à vida dos moradores.

A inspeção começou pelo quadro de distribuição, onde foram identificados os selos do Inmetro nos disjuntores e cabos. Além disso, o quadro possui identificação dos circuitos, conforme a figura 8.

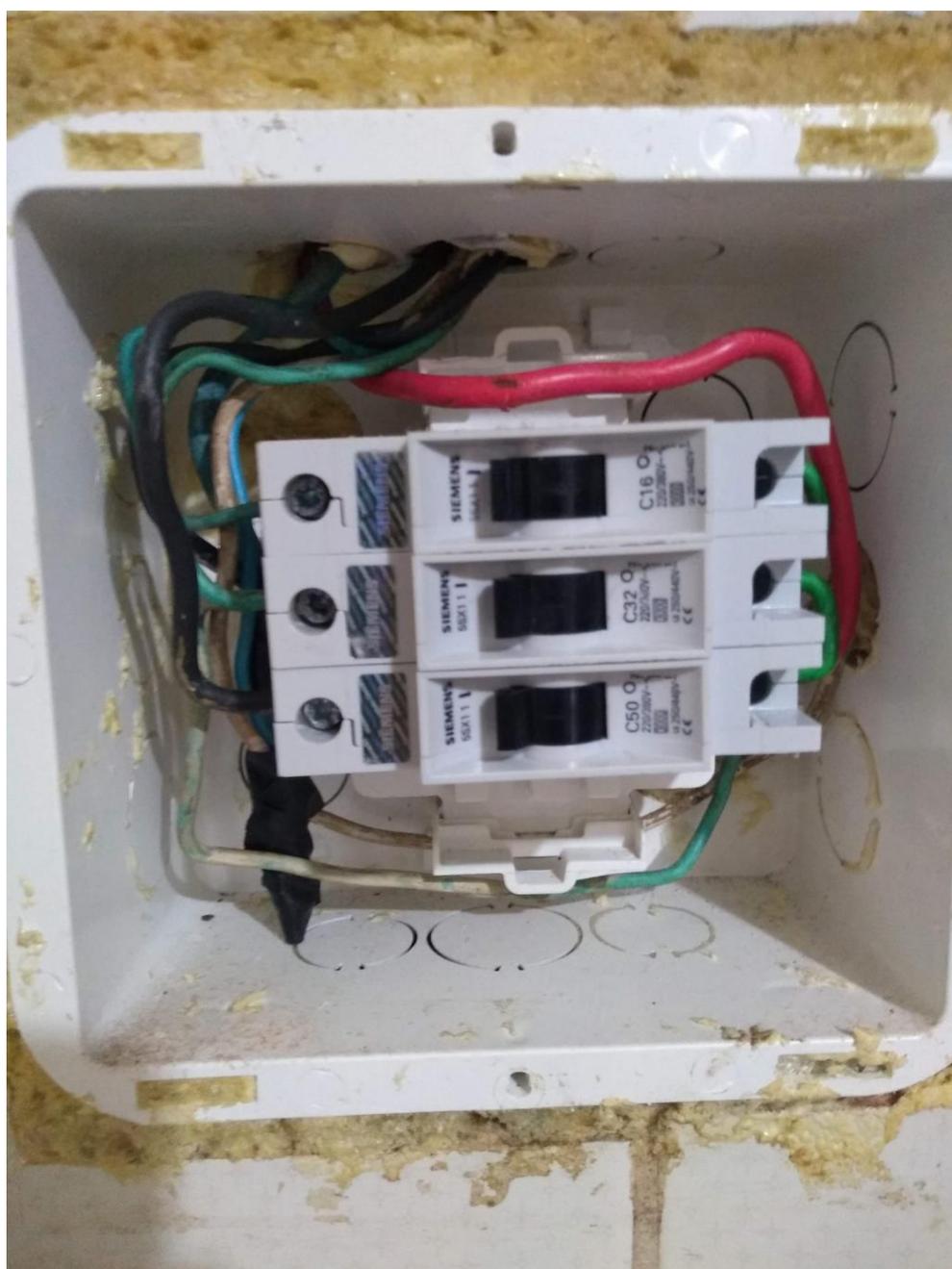
Figura 8 – Identificação dos circuitos do apartamento 1



Fonte: arquivo do autor.

Porém, erros nos itens 6, 12, 15, 16, 18, 20, 21 e 22 foram notados, uma vez que o quadro de distribuição geral não possuía identificação externa, não havia um condutor para o aterramento, não havia dispositivo DR nem um DPS no quadro e também não havia conformidade na padronização das cores dos cabos condutores nem identificação dos mesmos. E embora houvesse espaço para um circuito reserva, a norma ABNT NBR 5410:2004 define um mínimo de dois circuitos para futuras ampliações. Alguns destes itens podem ser verificados na figura 9.

Figura 9 – QD do apartamento 1



Fonte: arquivo do autor.

A desconformidade dos itens 8 e 9 foi detectada no mesmo ponto, na conexão para o chuveiro, onde além de não conter tampa para a caixa de ligação, a emenda está fora da caixa, ao alcance dos moradores. Este problema pode ser observado na figura 10.

Figura 10 – Conexão do chuveiro do apartamento 1



Fonte: arquivo do autor.

Dando continuidade à inspeção foi informado um problema no funcionamento da tomada do quarto 2 (conforme anexo 1), deixando de atender o item 23. Então a tomada foi aberta e notou-se que a conexão do cabo ao pólo da tomada não estava bem fixo, problema que pode ter causado a danificação de alguns equipamentos eletrônicos anteriormente energizados naquele ponto. O problema, então, foi corrigido e notificado aos residentes.

Ao prosseguir para o quarto 3, foi possível perceber o uso de um “benjamim” e uma extensão para adicionar, de forma equivocada e permanente, novos pontos de tomada. Isso ocorre devido ao mal planejamento de cargas no projeto elétrico e descumpra o item 24. Na figura 11 é possível visualizar este erro.

Figura 11 – Extensão no quarto 3



Fonte: arquivo do autor.

Além disso, foi identificado um problema de dimensionamento de disjuntor (item 19). Como é possível observar na figura 9, o disjuntor do circuito do chuveiro possui capacidade para 50 A, no entanto, o cabo utilizado para a alimentação do chuveiro é de apenas 4 mm<sup>2</sup>. De acordo com a tabela 36 da norma ABNT NBR 5410:2004, um cabo de cobre de 4 mm<sup>2</sup> isolado em PVC e instalado em eletroduto embutido em alvenaria (tipo B1), possui a capacidade de conduzir no máximo 32 A. Isso significa, portanto, que o disjuntor não está protegendo este circuito, uma vez que o cabo pode ser danificado antes da atuação do equipamento de proteção. Este mesmo erro ocorre no circuito das tomadas, onde o disjuntor possui a capacidade de 32 A e o cabo instalado possui seção de 2,5 mm<sup>2</sup>, que suporta no máximo 24 A.

E, por fim, como o item 1 não é atendido, ou seja, não existe um projeto elétrico para esta residência, o projeto *as built* do apartamento 1 pode ser visualizado no anexo 1.

## 8.2 APARTAMENTO 2

Durante a inspeção no apartamento 2, foi verificado que os itens 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21 e 22 não atendem os requisitos solicitados pela norma ABNT NBR 5410:2004, podendo causar acidentes e levar risco à vida dos moradores.

A inspeção tem início no quadro de distribuição da residência, onde já puderam ser notados o descumprimento dos itens 6, 7, 10, 11, 12, 15, 16, 18, 20, 21 e 22. O item 7 refere-se à componentes danificados e o item 11 à localização do quadro. Devido ao *design* executado pelos residentes, a pia foi instalada logo abaixo do quadro de distribuição, posicionando-o em uma área molhada e colaborando no processo de corrosão do quadro, que é de material metálico. Com isso, o quadro de distribuição apresenta um alto nível de corrosão, causando a queda de lascas metálicas sobre os cabos e disjuntores.

Além disso, o quadro não possui identificação externa nem interna, orientando a atual divisão de circuitos (itens 10 e 12), também não possui dispositivos DR nem DPS, não possui espaço para circuitos reservas, não possui um circuito de aterramento e nem identificação dos cabos fase e neutro, que não seguem as cores padronizadas pela norma (itens 6, 15, 16, 18, 20, 21 e 22). Estes itens podem ser observados nas figuras 12 e 13.

Figura 12 – Quadro em área molhada



Fonte: arquivo do autor.

Figura 13 – QD do apartamento 2



Fonte: arquivo do autor.

Assim como identificado no apartamento 1, o apartamento 2 também apresenta erro de dimensionamento (item 19) para o circuito do chuveiro, onde o disjuntor oferece proteção para uma corrente de até 35 A e o cabo instalado é de 4 mm<sup>2</sup> e possui uma capacidade máxima de 32 A, segundo a tabela 36 da norma ABNT NBR 5410:2004. E também para o circuito do chuveiro foram notadas desconformidades com os itens 8 e 9, uma vez que a caixa de ligação não possui tampa e as emendas estão visíveis e no exterior da caixa, como pode ser visualizado na figura 14.

Figura 14 – Conexão do chuveiro do apartamento 2



Fonte: arquivo do autor.

Os itens 13 e 14, por sua vez, puderam ser analisados após a reenergização da residência, para que fosse verificada a atual distribuição dos circuitos e também um teste de funcionamento dos disjuntores. Como pode ser observado no projeto elétrico *as built*, no anexo 2, embora a iluminação não esteja em um circuito separado do circuito das tomadas em todos os cômodos, esta separação ocorre na cozinha, onde é obrigatório, e a seção dos cabos que alimentam os circuitos de força fora da cozinha é de 1,5 mm<sup>2</sup>.

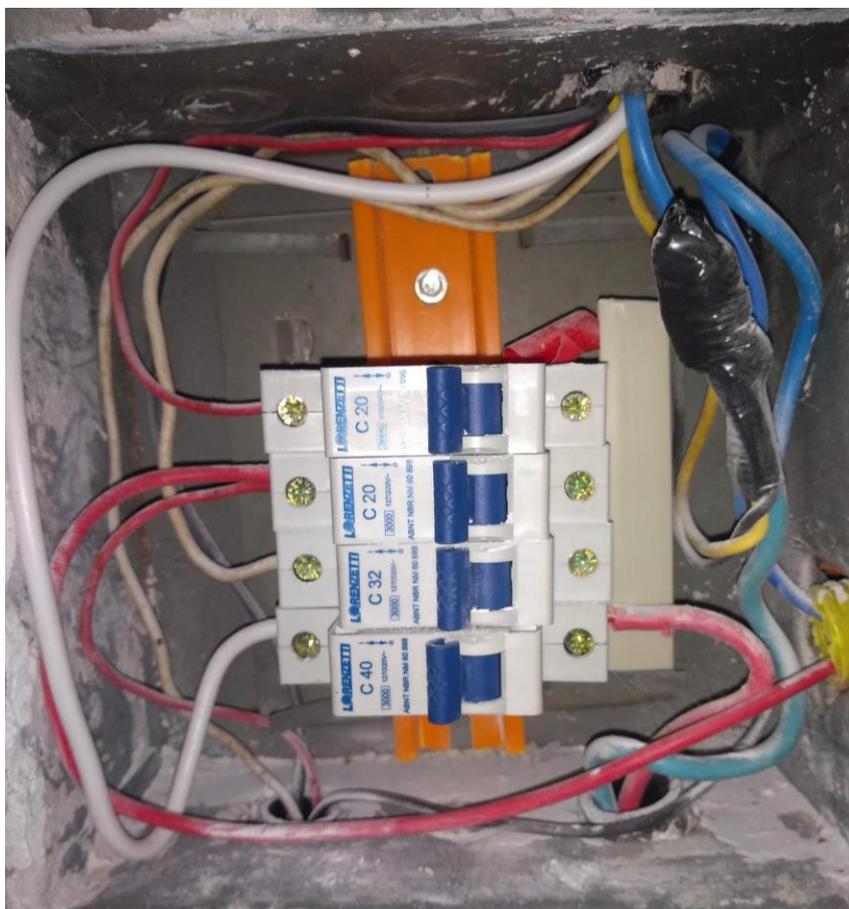
E, por fim, como o item 1 novamente não é atendido, o projeto *as built* do apartamento 2 pode ser visualizado no anexo 2.

### 8.3 APARTAMENTO 11

Durante a inspeção no apartamento 11, foi verificado que os itens 1, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22 e 24 não atendem os requisitos solicitados pela norma ABNT NBR 5410:2004, podendo causar acidentes e levar risco à vida dos moradores.

Inicia-se a inspeção pelo quadro de distribuição da residência e nota-se que, antes mesmo de remover a tampa do quadro, os itens 10 e 12 já são descumpridos, uma vez que não há identificação externa nem interna para os circuitos. E, ao retirar a tampa do quadro, pode-se observar também o descumprimento dos itens 6, 15, 16, 18, 19, 20, 21 e 22, uma vez que não há espaço para circuitos reservas, não há condutor um circuito de aterramento, não há padronização de cores ou identificação dos cabos, não há um dispositivo DR, não há um DPS instalado e também existe um circuito com dois condutores de diferentes sessões. Estes itens podem ser observados na figura 15.

Figura 15 – QD do apartamento 11



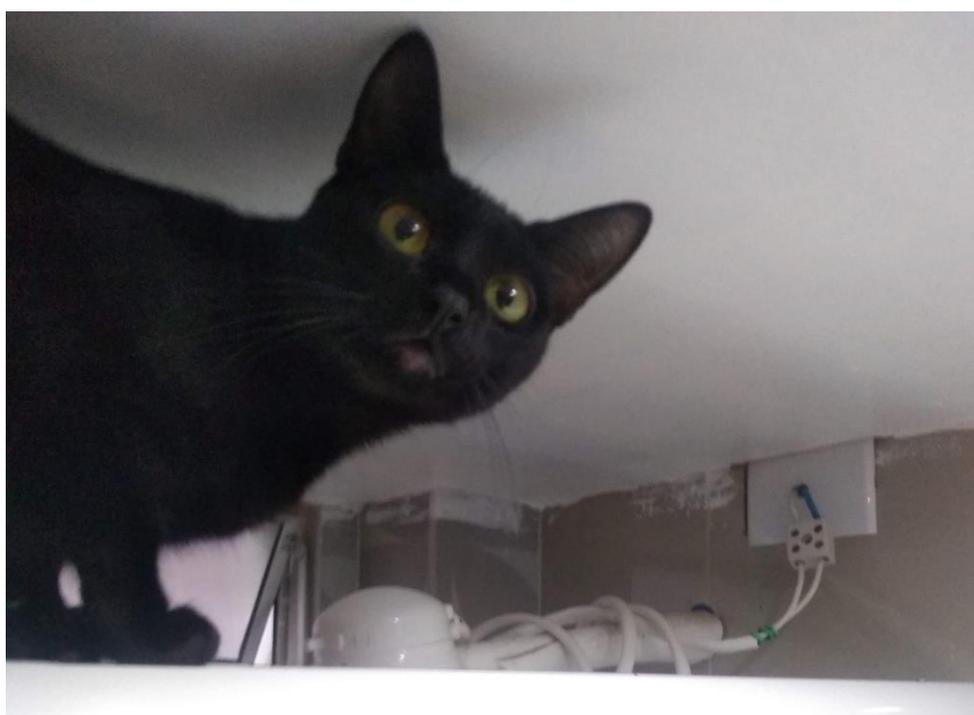
Fonte: arquivo do autor.

Em seguida, compara-se as sessões dos cabos (de acordo com o anexo 3) e o disjuntor conectado a eles com a capacidade máxima de condução para aquela sessão, disponível na tabela 36 da norma ABNT NBR 5410:2004 (item 19). O circuito 1 possui um cabo de 1,5 mm<sup>2</sup> e um disjuntor de 20 A, ao passo que o cabo

com esta sessão suporta no máximo 17,5 A. O circuito 2 possui dois cabos de diferentes sessões, 1,5 mm<sup>2</sup> e 4 mm<sup>2</sup>, e um disjuntor de 20 A, que funciona como proteção para o cabo de 4 mm<sup>2</sup>, mas novamente falha na proteção do cabo de menor sessão. O circuito 3, por sua vez, possui um cabo de 2,5 mm<sup>2</sup> e um disjuntor de 32 A, sendo que o cabo suporta uma corrente de apenas 24 A. E o circuito 4, por fim, possui um cabo de 6 mm<sup>2</sup> e um disjuntor de 40 A, ao passo que o cabo suporta até 41 A. Sendo assim, os circuitos 1, 2 e 3 estão dimensionados de forma equivocada.

Apesar do correto dimensionamento da proteção do circuito do chuveiro (circuito 4) e no ponto de entrega de energia haver tampa na caixa de ligação, as emendas estão fora da mesma (item 9) e ao fácil alcance dos moradores e seus animais de estimação, como pode ser visto na figura 16.

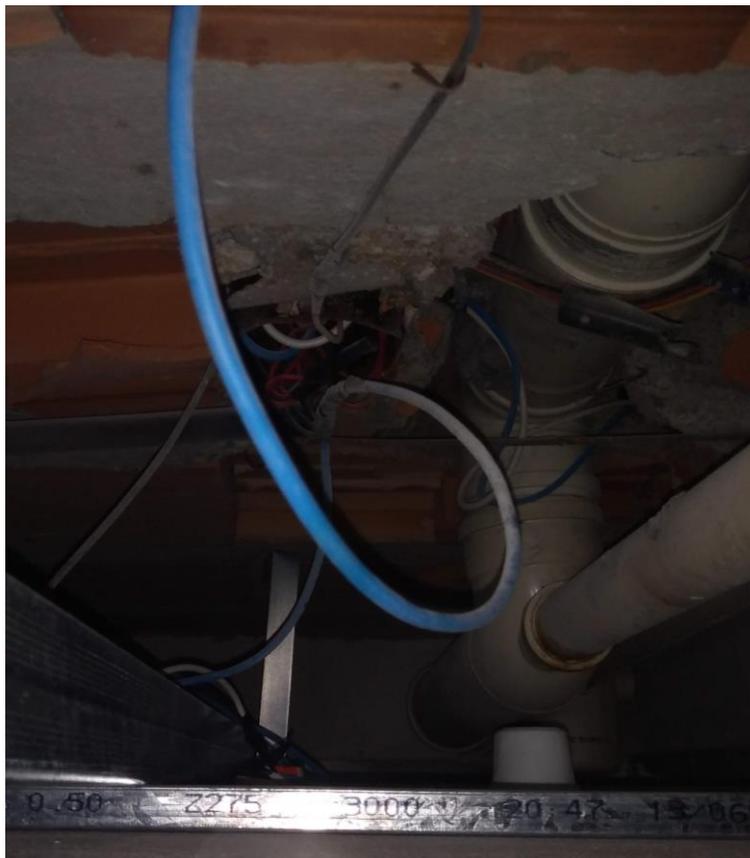
Figura 16 – Conexão do chuveiro do apartamento 11



Fonte: arquivo do autor.

Ainda no banheiro, foram inspecionadas as conexões acima do teto de gesso, onde verifica-se o descumprimento do item 24, uma vez que os cabos foram instalados livremente ao invés de instalados dentro de um eletroduto. Este item pode ser observado na figura 17.

Figura 17 – Forro do banheiro do apartamento 11



Fonte: arquivo do autor.

Embora, no apartamento 11, haja tampa na caixa de ligação do chuveiro, erro comum dos apartamentos 1 e 2, foi notada a falta da tampa em caixas de circuito de tomada da cozinha, deixando condutores energizados expostos, mostrando uma não conformidade com o item 8. Este erro pode ser visto na figura 18.

Figura 18 – Tomadas sem tampa



Fonte: arquivo do autor.

Ao terminar a inspeção e reenergizar o quadro de distribuição da residência, os disjuntores foram desligados e ligados para verificação de seu correto funcionamento e definição do projeto elétrico *as built* (item 1). Nesta etapa foi possível identificar o descumprimento dos itens 13 e 14, uma vez que não há separação dos circuitos de iluminação e tomadas (nem na cozinha) e a seção mínima dos condutores utilizados em circuitos de força são menores que 2,5 mm<sup>2</sup>. O projeto elétrico com a definição destes circuitos pode ser visualizado no anexo 3.

#### 8.4 APARTAMENTO 21

Durante a inspeção no apartamento 21, foi verificado que os itens 1, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22 e 25 não atendem os requisitos solicitados pela norma ABNT NBR 5410:2004, podendo causar acidentes e levar risco à vida dos moradores.

A inspeção tem início no quadro de distribuição da residência, onde já puderam ser notados o descumprimento dos itens 6, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22 e 25. Logo ao localizar o quadro, que estava atrás de um forno micro-ondas (item 11), foi identificada a falta de identificação externa (item 12) e, após a remoção do eletrodoméstico e abertura do quadro, nota-se a falta de identificação dos circuitos (item 10) e dos dispositivos DR e DPS (itens 20, 21 e 22). Estes erros podem ser visualizados nas figuras 19 e 20.

Figura 19 – Quadro obstruído



Fonte: arquivo do autor.

Figura 20 – Circuitos sem identificação



Fonte: arquivo do autor.

Ao remover a tampa do quadro, é possível observar que existem cabos de seção inferior a  $1,5 \text{ mm}^2$  (item 14), a ausência de um circuito de aterramento (itens 15, 16 e 18) e a superlotação de um eletroduto (item 25). Foram passados pelo mesmo eletroduto 4 cabos de seção  $4 \text{ mm}^2$ , 2 cabos de seção  $1,5 \text{ mm}^2$  e 2 cabos de seção  $1 \text{ mm}^2$ . Alguns destes itens podem ser observados na figura 21.

Figura 21 – QD do apartamento 21

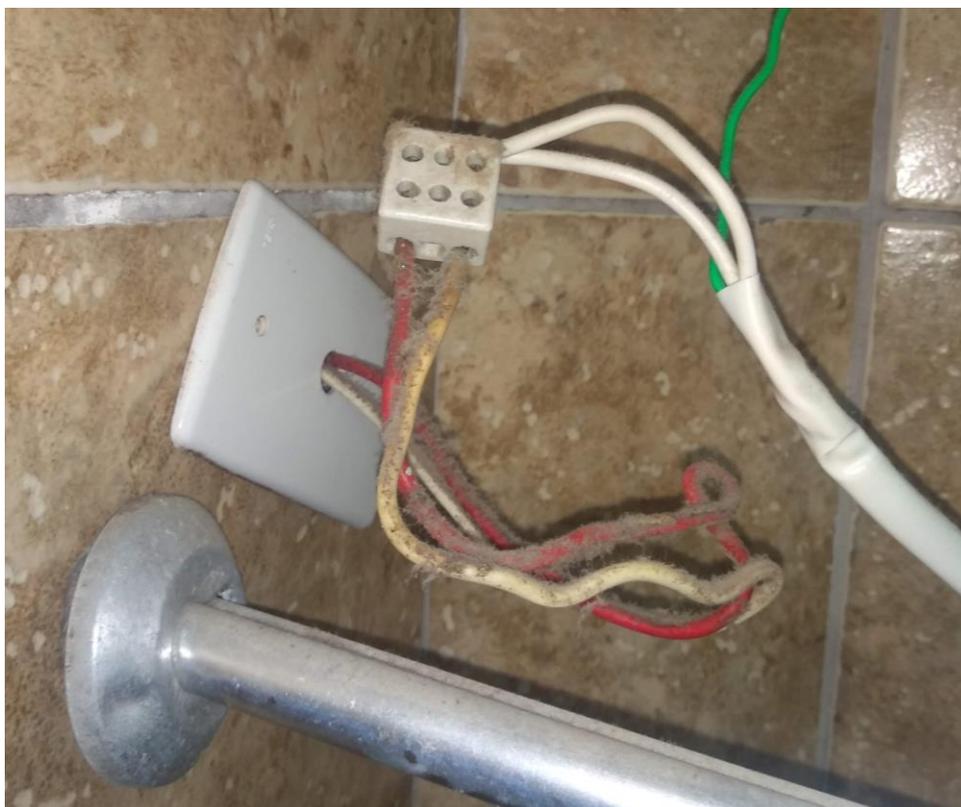


Fonte: arquivo do autor.

Embora o quadro possua espaço para 1 circuito reserva, a norma solicita um espaço mínimo para 2 circuitos reservas em quadros com até 6 circuitos e, portanto, a norma não é obedecida (item 6). Além disso, ao analisar a sessão dos condutores e comparar a capacidade de condução dos cabos (disponível na tabela 36 da norma ABNT NBR 5410:2004) com o disjuntor instalado, percebe-se que este erro ocorre nos 3 circuitos (item 19). No primeiro circuito, cabos de 1 mm<sup>2</sup>, que suportam até 14 A, foram conectados a um disjuntor de 16 A. No segundo circuito estavam conectados ao mesmo disjuntor de 20 A um cabo de 1,5 mm<sup>2</sup> e um cabo de 2,5 mm<sup>2</sup>, porém as capacidades de condução destes condutores são de, respectivamente, 17,5 A e 24 A, ou seja, o disjuntor realiza a proteção apenas do cabo de maior sessão. Já no terceiro circuito, um disjuntor de 35 A é instalado para a proteção de 3 condutores de sessão 4,0 mm<sup>2</sup>, que suportam uma corrente máxima de 32 A.

Ao prosseguir para o banheiro, nota-se que mesmo com as caixas de ligação tampadas, existem conexões fora da caixa e ao fácil alcance dos moradores (item 9), como observa-se na figura 22.

Figura 22 – Conexão do chuveiro do apartamento 21



Fonte: arquivo do autor.

Em seguida, a inspeção segue para os quartos, onde é encontrada uma caixa de ligação sem tampa (item 8) e uma tomada improvisada, deixando os cabos expostos. Este item pode ser visto na figura 23.

Figura 23 – Tomada improvisada e sem tampa



Fonte: arquivo do autor.

Após a inspeção visual ser finalizada e a energia ser religada, foi realizado um teste de funcionamento dos disjuntores, possibilitando a visualização da distribuição dos circuitos para a criação do projeto elétrico *as built* do apartamento 21 (item 1) e, a partir dessa identificação, nota-se mais uma desconformidade (item 13), uma vez que não há separação de circuitos de iluminação e tomadas na cozinha nem nos demais cômodos. O projeto elétrico deste apartamento pode ser visualizado no anexo 4.

## 8.5 APARTAMENTO 22

Durante a inspeção no apartamento 22, foi verificado que os itens 1, 10, 12, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22 e 26 não atendem os requisitos solicitados pela norma ABNT NBR 5410:2004, podendo causar acidentes e levar risco à vida dos moradores.

A inspeção tem início no quadro de distribuição da residência, onde já puderam ser notados o descumprimento dos itens 10, 12, 15, 16, 18, 20, 21 e 22,

uma vez que não há identificação externa do quadro de distribuição, não há identificação dos circuitos, não há um circuito de aterramento e também não há um dispositivo DR e nem um dispositivo de proteção contra surtos (DPS) instalado. Alguns desses itens podem ser visualizados na figura 24.

Figura 24 – QD do apartamento 22



Fonte: arquivo do autor.

Embora, pela figura 24, não seja possível saber a corrente suportada pelos disjuntores, seus valores nominais são de 16 A, 20 A e 35 A, de cima para baixo, e os cabos conectados à eles são de 1,5 mm<sup>2</sup>, 2,5 mm<sup>2</sup> e 4,0 mm<sup>2</sup>, respectivamente. Sendo assim, ao observar a tabela 36 da norma ABNT NBR 5410:2004, nota-se que o cabo de 4,0 mm<sup>2</sup> possui capacidade de conduzir no máximo 32 A, ou seja, este circuito não está sendo protegido pelo disjuntor de 35 A (item 19).

Ao prosseguir com a inspeção, foi verificado que tanto na sala como no quarto 1 (conforme anexo 5) estava sendo feito o uso de extensões e “tês” para compensar a falta de tomadas (item 26). Estes itens podem ser observados nas figuras 25 e 26.

Figura 25 – Extensão e “tês” na sala



Fonte: arquivo do autor.

Figura 26 – Extensão e “tês” no quarto



Fonte: arquivo do autor.

Ao prosseguir para o banheiro, o primeiro ponto a ser inspecionado é a conexão do chuveiro, visto que todos os apartamentos anteriores apresentaram desconformidade com a norma referente ao item 9. Porém, diferentemente dos anteriores, a conexão do chuveiro do apartamento 22 foi feita corretamente dentro da caixa de ligação, como pode ser visto na figura 27.

Figura 27 – Conexão do chuveiro do apartamento 22



Fonte: arquivo do autor.

Na sequência, a energia foi religada para que fosse possível testar os disjuntores e verificar a distribuição dos circuitos, confirmando que os itens 13 e 14 estão de acordo com a norma ABNT NBR 5410:2004. E complementando o item 1, o projeto elétrico *as built* do apartamento 22 pode ser visualizado no anexo 5.

## 9 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a realização e detalhamento das inspeções, é necessário que seja feito um estudo de análise dos resultados coletados para facilitar a compreensão dos resultados e, na sequência, identificar os principais erros cometidos e suas possíveis consequências. O agrupamento das informações coletadas é feito na tabela 14.

Tabela 14 – Análise dos resultados

Item de verificação	DESCONFORMIDADES				
	Apto 1	Apto 2	Apto 11	Apto 21	Apto 22
1 – Existe um projeto da instalação elétrica conforme o que foi construído.	X	X	X	X	X
2 – Os disjuntores têm selo do INMETRO?					
3 – Os fios e cabos têm selo do INMETRO?					
4 – Os interruptores têm selo do INMETRO?					
5 – As tomadas têm selo do INMETRO?					
6 – O quadro possui circuitos reservas ou espaço para estes?	X	X	X	X	
7 – Algum componente da instalação está visualmente danificado? (quadro, disjuntor, fusível, chave, eletroduto, interruptor, tomada, placas ou tampas de caixas, etc.)		X			
8 – Alguma caixa de ligação (4"x2", 4"x4", octogonal, etc.) está sem tampa?	X	X	X	X	
9 – As emendas e derivações dos condutores estão bem isoladas e dentro das caixas?	X	X	X	X	
10 – O quadro de distribuição está limpo, seco e os disjuntores estão identificados de modo que o usuário saiba a que circuito cada disjuntor pertence?		X	X	X	X
11 – O quadro de distribuição está fora de área molhada (box), longe de fontes de gás, tem tampa interna e está facilmente acessível, sem obstáculos na sua frente?		X		X	
12 – O quadro de distribuição possui identificação externa (nome do quadro)?	X	X	X	X	X
13 – Os circuitos de iluminação estão separados dos circuitos de tomadas?		X	X	X	
14 – A seção mínima dos circuitos de iluminação é de 1,5 mm <sup>2</sup> e dos demais circuitos é 2,5 mm <sup>2</sup> ?		X	X	X	
15 – Todas as tomadas são de 2 pólos + terra e o fio terra da instalação está ligado ao pólo terra das tomadas?	X	X	X	X	X
16 – Todas as caixas de ligação (4" x 2", 4" x 4", octogonal, etc.) possuem um fio terra em seu interior?	X	X	X	X	X
17 – Existe algum condutor neutro sendo usado como fio terra?					
18 – A cor do fio terra é verde ou verde-amarelo e a cor do neutro é azul-claro?	X	X	X	X	X
19 – Existe algum erro de dimensionamento de disjuntor?	X	X	X	X	X
20 – Existe um dispositivo DR de 30mA (no máximo) nos circuitos previstos pela norma ABNT NBR 5410?	X	X	X	X	X
21 – Foi testado o funcionamento do dispositivo DR através do acionamento do seu botão de teste?	X	X	X	X	X
22 – Existe um dispositivo de proteção contra surtos (DPS) instalado no quadro de distribuição geral do edifício?	X	X	X	X	X
23 – As tomadas estão funcionando corretamente?	X				
24 – Existem fios soltos no piso, nas paredes, nos tetos ou nos forros?	X		X		
25 – Os eletrodutos estão com um número excessivo de fios e cabos em seu interior?				X	
26 – Existem "tês" instalados apresentando risco às pessoas ou à instalação?					X

Fonte: Programa Casa Segura (2005), adaptado pelo autor.

(Itens 1, 10 e 18): primeiramente, a falta de um projeto elétrico atualizado e falta de identificação dos circuitos pode dificultar a manutenção e possíveis reparos na parte elétrica das residências, uma vez que será necessário compreender como está feita a separação dos circuitos para entender um problema. Nenhum dos apartamentos possui um projeto elétrico inicial ou *as built* e apenas o apartamento 1 possui a identificação dos circuitos elétricos. E, deixando ainda mais complexa a manutenção e compreensão da instalação, não existe em nenhum dos apartamentos a padronização dos condutores pelas cores mencionadas na norma ou qualquer identificação dos cabos.

(Itens 15, 16, 18, 20, 21 e 22): outros itens importantes que não foram instalados em nenhum dos apartamentos do prédio são equipamentos e circuitos de segurança como os dispositivos DR, um DPS e circuito de aterramento (proteção ativa e passiva, respectivamente). A falta de um dispositivo DR faz com que os residentes do edifício estejam vulneráveis a choques elétricos, já que os disjuntores instalados possuem a função de proteger circuitos e não pessoas. A falta de um dispositivo de proteção contra surtos (DPS), por sua vez, deixa os moradores e seus equipamentos instalados vulneráveis a sobretensões transitórias, como no caso de descarga elétricas. Além disso, a falta de aterramento em todo o edifício também deixa os moradores vulneráveis ao choque elétrico por descargas de corrente ou corrente de fuga, além de não haver proteção para os equipamentos conectados à parte elétrica em casos de descargas elétricas, que podem causar danos às estruturas ou até mesmo incêndios.

(Itens 7, 11 e 12): ainda sobre as desconformidades notadas nos quadros de distribuição, nenhum dos apartamentos possui identificação externa do mesmo. No apartamento 2, o *design* da cozinha coloca em risco a instalação e os moradores ao deixar o QD em uma área molhada (acima da pia), causando um aceleração na degradação do quadro por ser metálico e um maior risco de curto-circuito e choque elétrico. E, como pôde ser observado na figura 13, o quadro encontra-se danificado e sujo devido à corrosão. Já no apartamento 21, foi instalado um forno micro-ondas na frente do quadro, obstruindo o acesso ao mesmo, o que pode ser um diferencial em uma situação de emergência como um caso de choque elétrico. Como foi visto anteriormente, os danos causados pela corrente elétrica variam de acordo com o tempo de contato com o circuito, quanto maior o tempo, maior também serão os danos à saúde da vítima e mais difícil se torna seu salvamento.

(Itens 8 e 9): nos demais cômodos, nota-se que os apartamentos 1, 2, 11 e 21 possuem caixas de ligação sem tampa e, nestas residências, existem cabos expostos e facilmente acessíveis ao toque, principalmente nos circuitos dos chuveiros. Estas desconformidades trazem grande risco de choque elétrico aos residentes, uma vez que é possibilitado o contato direto com os cabos energizados e, sem o dispositivo DR instalado, a segurança dos moradores fica comprometida.

(Item 24): foi notado também, no apartamento 11, a instalação de cabos diretamente acima do forro de gesso, sem o uso de um eletroduto. Esta desconformidade possibilita que animais que tenham acesso aos condutores danifiquem os mesmos, podendo comprometer a instalação daqueles circuitos e causar uma corrente de fuga que, por sua vez, pode fazer novas vítimas de choque elétrico. Além deste risco, os eletrodutos são equipamentos com características de isolamento térmica, elétrica e contra umidade, protegendo os cabos. Os eletrodutos também atuam contra a propagação de chamas. Sendo assim, não somente a instalação, mas também todo o edifício fica mais vulnerável a possíveis incêndios.

(Item 6): outro item que foi esquecido em 4 dos 5 apartamentos inspecionados é o espaço para, neste caso em particular, 2 circuitos reservas em cada quadro de distribuição. Embora possa parecer inicialmente irrelevante aos residentes, é essencial que haja espaço para a expansão de novos circuitos e evitar a sobrecarga da instalação atual já dimensionada.

(Item 14): quanto ao dimensionamento dos circuitos instalados, a norma ABNT NBR 5410:2004 deixa explícito que as sessões dos condutores para iluminação e tomadas não devem ser menores de 1,5 mm<sup>2</sup> e 2,5 mm<sup>2</sup> respectivamente, para tentar evitar o subdimensionamento dos condutores. Porém, nos apartamentos 11, 12 e 21, esta parte da norma não foi seguida. Para confirmar se os cabos estão realmente atuando acima de sua capacidade projetada seria necessário realizar um estudo das cargas instaladas, todavia o descumprimento deste item pode causar danos às instalações e até mesmo possíveis incêndios.

(Item 19): é de extrema importância que não somente os condutores sejam corretamente dimensionados, mas também seus respectivos equipamentos de proteção. Os disjuntores instalados devem atuar antes dos cabos atingirem sua capacidade máxima de corrente ou imediatamente após isso. No entanto, como foi observado em todos os apartamentos inspecionados, existem erros no dimensionamento da proteção, em outras palavras, os circuitos não estão

corretamente protegidos e os disjuntores não irão atuar de forma correta. Ao instalar uma proteção ineficaz, os circuitos ficam vulneráveis a sobrecargas e os condutores podem atingir temperaturas muito acima de sua capacidade e se tornar um foco de incêndio.

(Itens 25 e 26): e, por fim, outros pontos importantes a serem destacados em relação à sobrecarga e ao aquecimento dos condutores, foi observada a desconformidade na quantidade de cabos passados por um eletroduto e a quantidade de “benjamins” (tês) instalados em alguns apartamentos. O primeiro causa o aquecimento dos condutores dentro do eletroduto, podendo danificar a instalação e o segundo, dependendo da potência das cargas conectadas no mesmo ponto, pode causar a sobrecarga daquele circuito e o aquecimento indevido dos cabos e dos tês, além de se tornar um possível foco de choque elétrico.

Em suma, portanto, após analisar os resultados, pode-se concluir que existe uma grande falta de conformidade com a norma NBR 5410:2004 em todas as residências e, em sua maioria, os erros cometidos foram facilmente detectáveis, mostrando a falta de qualificação de quem realizou a instalação elétrica ou parte dela. Entre as principais desconformidades destacam-se a falta de proteção – como o dispositivo DR e o circuito de aterramento – e o desconhecimento do assunto na hora de dimensionar condutores e equipamentos.

## **10 RECOMENDAÇÕES**

Com a realização das inspeções e o detalhamento das não conformidades, é possível realizar as recomendações para que todos os itens sejam cumpridos e a segurança do edifício e de seus residentes seja mantida. Este capítulo compreenderá, então, as recomendações mínimas para garantir a segurança das instalações elétricas.

Para o edifício em geral, fora dos apartamentos, é recomendado que seja feita uma inspeção para verificar se existe um circuito de aterramento corretamente dimensionado e instalado no prédio. Caso não haja, o mesmo deve ser projetado e instalado e, na sequência, um condutor de aterramento deve ser entregue a cada apartamento, para que este circuito possa ser distribuído a todos os pontos necessários. Além disso, é importante que o responsável pelo edifício possua uma versão atualizada dos projetos elétricos, hidráulicos, estruturais, etc., para que

qualquer reforma ou manutenção que venha a ser executada no local sejam realizadas com maior segurança e eficiência.

Para os residentes dos apartamentos, recomenda-se que seja feita a substituição dos quadros de distribuição atuais por quadros maiores, uma vez que estes equipamentos não possuem as dimensões necessárias para acomodar os circuitos da residência, espaço para circuitos reservas, um dispositivo DR, barramento de neutro e barramento de proteção-PE (Terra). Recomenda-se nunca obstruir o quadro de distribuição por questões de segurança. Também é recomendado que a energia elétrica seja utilizada com cautela e responsabilidade, sem o uso de equipamentos como as extensões, os “benjamins” ou os “tês” para acomodar as ampliações de cargas, uma vez que este simples ato pode apresentar grandes riscos de acidentes elétricos. Vale ressaltar que sempre que houver algum problema com a instalação elétrica ou alguma manutenção precise ser realizada, apenas profissionais qualificados devem ser contratados para a execução desse tipo de serviço. Isso evita que pessoas sem qualificação coloquem em risco a própria vida, a vida do contratante e a segurança de todo o edifício.

E, por fim, para os profissionais da área elétrica, é recomendado que todo e qualquer trabalho seja executado com seriedade e atenção, seguindo as normas vigentes e priorizando a segurança de todos os envolvidos. Um trabalho não deve ser realizado se o profissional não tiver domínio completo sobre o assunto, pois é preciso estar consciente que qualquer erro cometido pode custar a vida de uma ou mais pessoas.

## **11 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho consistiu em um estudo de caso, no qual foi realizada a inspeção visual da instalação elétrica de 5 apartamentos de mesma planta baixa de um condomínio vertical. A tabela com os itens verificados foi proposta pelo Programa Casa Segura em parceria com o Instituto Procobre, porém alguns itens foram substituídos por outros de maior relevância ao caso. E a realização deste estudo teve como principal objetivo conhecer os principais erros cometidos em instalações elétricas residenciais de baixa tensão para que seja feita a conscientização e orientação dos residentes e profissionais da área sobre os riscos de acidentes causados por instalações elétricas inadequadas.

Nota-se que existe um grande descaso com a norma de instalações elétricas de baixa tensão (ABNT NBR 5410:2004), tanto pela falta de qualificação dos profissionais atuantes na área quanto pelo desconhecimento dos perigos que a eletricidade apresenta à vida humana. A segurança do edifício e de seus residentes deveria ser a prioridade do projeto elétrico, uma vez que o consumo desse tipo de energia está presente no dia a dia de todos e ela se tornou indispensável na sociedade atual.

É necessário que haja uma maior fiscalização referente a esse tipo de trabalho, fiscalizando obras e projetos e autuando profissionais desqualificados. É necessário, também, que as pessoas tenham ciência dos riscos que elas se sujeitam ao contratar pessoas incapacitadas para o serviço. Porém, para que haja a conscientização da sociedade sobre os perigos da eletricidade, seriam necessárias campanhas governamentais de conscientização.

Seria ideal, portanto, que, periodicamente, a inspeção completa contemplada pela norma ABNT NBR 5410:2004 fosse realizada, como forma de manutenção preventiva. Porém, a norma não estabelece uma periodicidade exata, visto que a manutenção deve ser adequada a cada tipo de instalação. E entre as inspeções completas, as inspeções visuais deveriam ser realizadas com uma frequência maior, uma vez que ela pode ser realizada rapidamente e sem equipamentos de medição, além de ser eficiente e detectar diversos problemas na instalação e em seu uso indevido.

## REFERÊNCIAS

ABNT, **Norma Brasileira – Instalações Elétricas de Baixa Tensão NBR 5410:2004 versão corrigida**, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSCIENTIZAÇÃO PARA OS PERIGOS DA ELETRICIDADE – ABRACOPEL. **Anuário Estatístico Brasileiro dos Acidentes de Origem Elétrica 2018**. São Paulo, 2018.

BITTENCOURT, Amaro S. **Noções de eletricidade prática: corrente contínua, magnetismo, eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Antenna, [1960]. 307p.

BORGES NETO, Manuel Rangel; CARVALHO, Paulo Cesar Marques de. **Introdução à geração de energia elétrica**. 1. ed. Petrolina: Instituto Federal Sertão Pernambucano, 2011. 240 p. ISBN 9788564794009.

BRAGA, Newton C.. **Coleção Saber Eletrônica – Circuitos & Informações – Volume 1**. 6. ed. São Paulo, SP: Editora Saber, 1991.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações elétricas prediais: conforme norma NBR 5410:2004**. 21. ed. rev. e atual. São Paulo, SP: Érica, 2011. 422 p. ISBN 9788571945418.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA – COPEL. **A eletricidade**. 2016. Disponível em: <https://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F3CD92FA03B2F45E10325740C0047BCD7>>. Acesso em: 02 junho 2019.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 15 ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., p. 428, 2007.

DAMASCENO, Márcia Nelma Lopes; IRYODA, Natália Tutida. **Equipotencialização: segurança e funcionalidade nas instalações elétricas da Faculdade de Tecnologia**. 2010.

DE MATOS, Moisés Antunes. **ADEQUAÇÕES NO SISTEMA ELÉTRICO DE CENTROS DE EDUCAÇÃO INFANTIL MUNICIPAIS CONSTRUÍDOS ATRAVÉS DO PROGRAMA CRECHE SORRISO**. Lages, SC 2017. REPOSITÓRIO DE RELATÓRIOS-Engenharia Elétrica, n. 1, 2017.

FERREIRA, Marcos Carvalho. **Instalações em cargas de missão crítica com ênfase em estabelecimentos assistenciais de saúde**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2013.

HALLIDAY, Resnick. Walker-Fundamentos de Física vol. 1. Editora LTC/Sears–Física, v. 1, 2009.

INMETRO. Portaria nº 51, de 28 de janeiro de 2014. **Requisitos de avaliação da conformidade para instalações elétricas de baixa tensão**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002082.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

Instituto Brasileiro de Educação Profissional (INBEP). **Consequências da eletricidade no corpo humano**. 2018. Disponível em: <<http://blog.inbep.com.br/consequencias-da-eletricidade-no-corpo-humano/>> Acesso em: 02 nov. 2018.

LIMA FILHO, Domingos Leite. **Projetos de instalações elétricas prediais**. São Paulo, SP: Érica, 1997. 254p. (série instalações elétricas Coleção estude e use). ISBN 8571944172.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais**. 5. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 1997. xiii, 656 p. ISBN 852161120X.

MARTIGNONI, Alfonso. **Instalações elétricas prediais**. 17. ed. Rio de Janeiro: Editora Globo S.A., 1979. x, 197 p. ISBN 85-250-0431-6.

MASCHIETTO, A. **Pela regulamentação das instalações elétricas**. Dez. 2014. Disponível em <<http://www.planodecontingencia.com.br/artigos/533-antoniomaschietto-diretor-executivo-do-procobre>>. Acesso 12 Jun. 2018.

MORENO, Hilton; ORSOLON, Marcos. **Hilton Moreno News: E-Book Portaria 51**. 2014.

PROGRAMA CASA SEGURA. **Verificação de Instalações Elétricas Residenciais e Pequenos Estabelecimentos Não-Residenciais**. Disponível em: <<http://programacasasegura.org/sua-casa/diagnostico/>>. Acesso em: 02 mai. 2018.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os fundamentos da física**. 9. ed. São Paulo, SP: Moderna, 2007. 3 v.

RANGEL JUNIOR, Estellito. **A eletricidade como fator gerador de incêndios**. 2011. Disponível em: <<http://programacasasegura.org/br/wp-content/uploads/2011/07/A03.pdf>> Acesso em: 15 jul. 2018.

ROCHA, H. F.. **Importância da manutenção predial preventiva**. Holos, v. 2, p 72-77, 2007.

SCHEID, H.. **Manual do instalador eletricista**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1980. 155p.

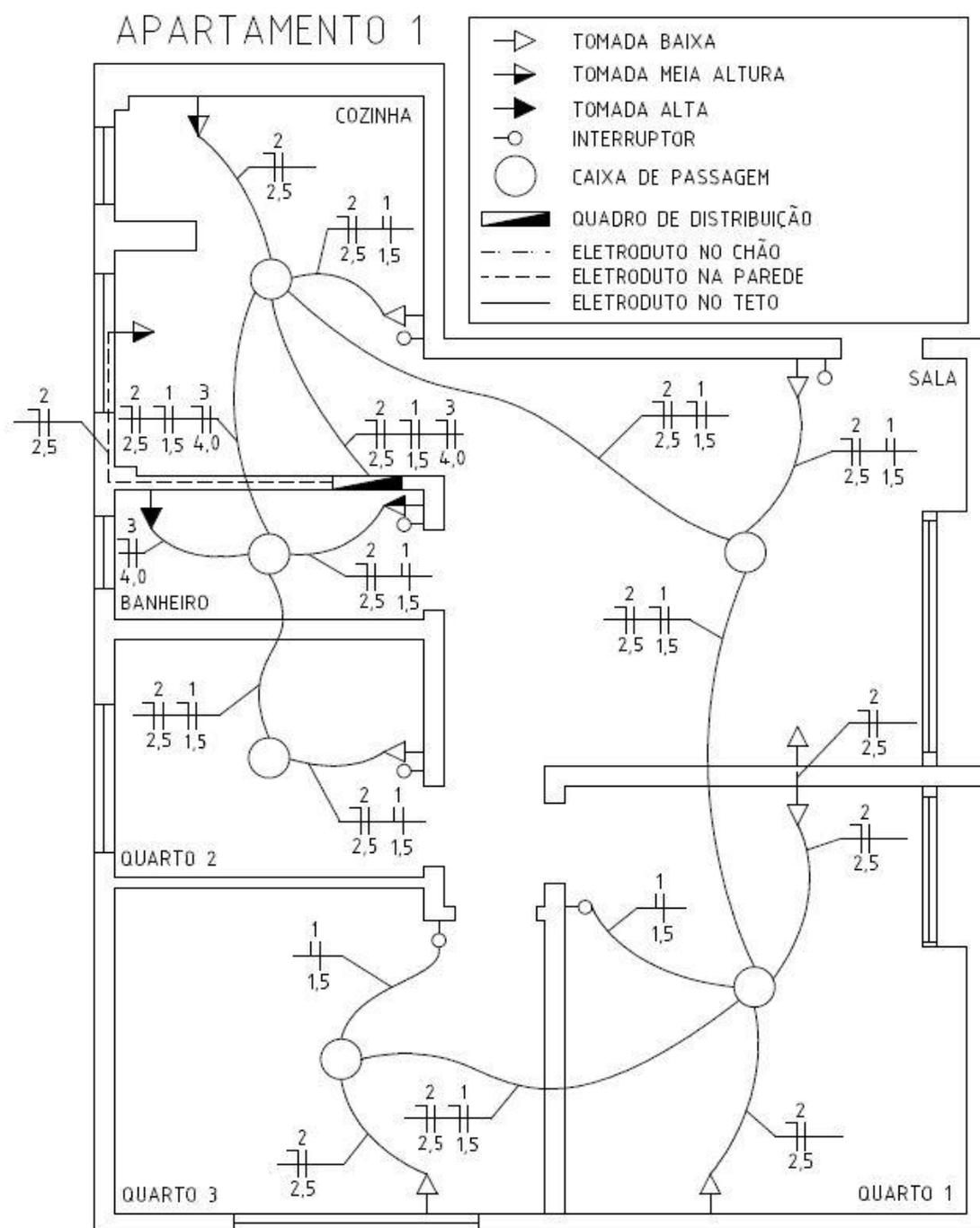
SEITO, Alexandre Itiu et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, p. 496, 2008.

SENAI. **Elementos de instalações elétricas prediais**. Versão preliminar. Rio de Janeiro, 2003 235p.

SILVA, Adilson Antônio da. **Manual de inspeção visual conforme a IT-41 do CBPMESP.** 2011. Disponível em: <<https://www.procobre.org/pt/wp-content/uploads/sites/4/2018/03/ie09-manual-de-inspecao-visual-it41.pdf>> Acesso em: 08 ago. 2018.

SPERANDIO, Carlos Augusto. **Fundamentos de Engenharia de Segurança.** Curitiba, PR: CEFET-PR, 1994. 253 p.

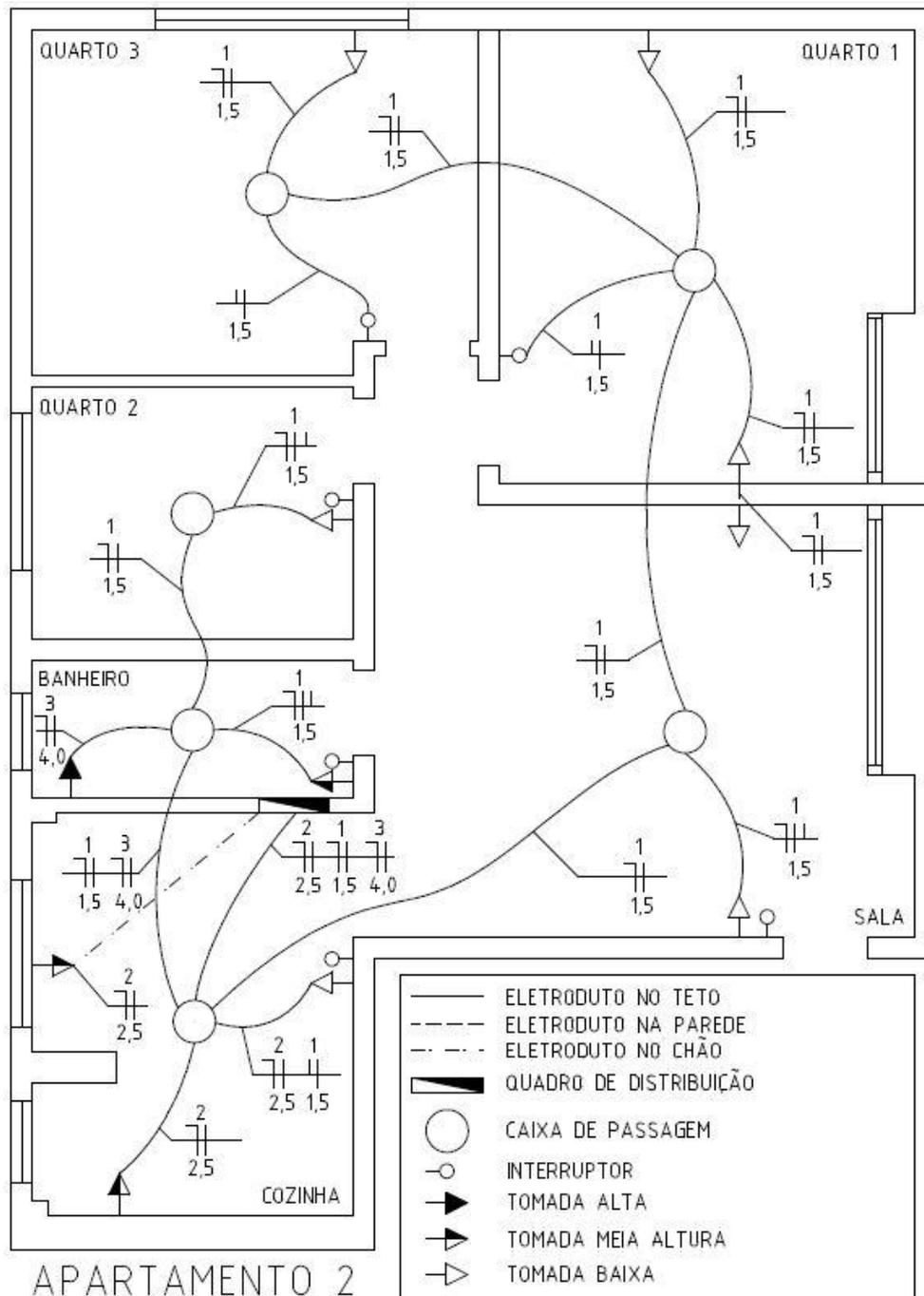
WALENIA, Paulo Sérgio. **Projetos elétricos prediais.** Curitiba, PR: Base Didáticos, 2008. 368 p. (Curso técnico em eletrotécnica. Módulo 1; livro 7). ISBN 9788560228683.



NOTA: Recomenda-se a instalação do condutor de Proteção-PE (terra) em todos os circuitos e partes metálicas conforme determina a norma ABNT NBR 5410:2004.

## INSPEÇÃO VISUAL DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS DE BAIXA TENSÃO

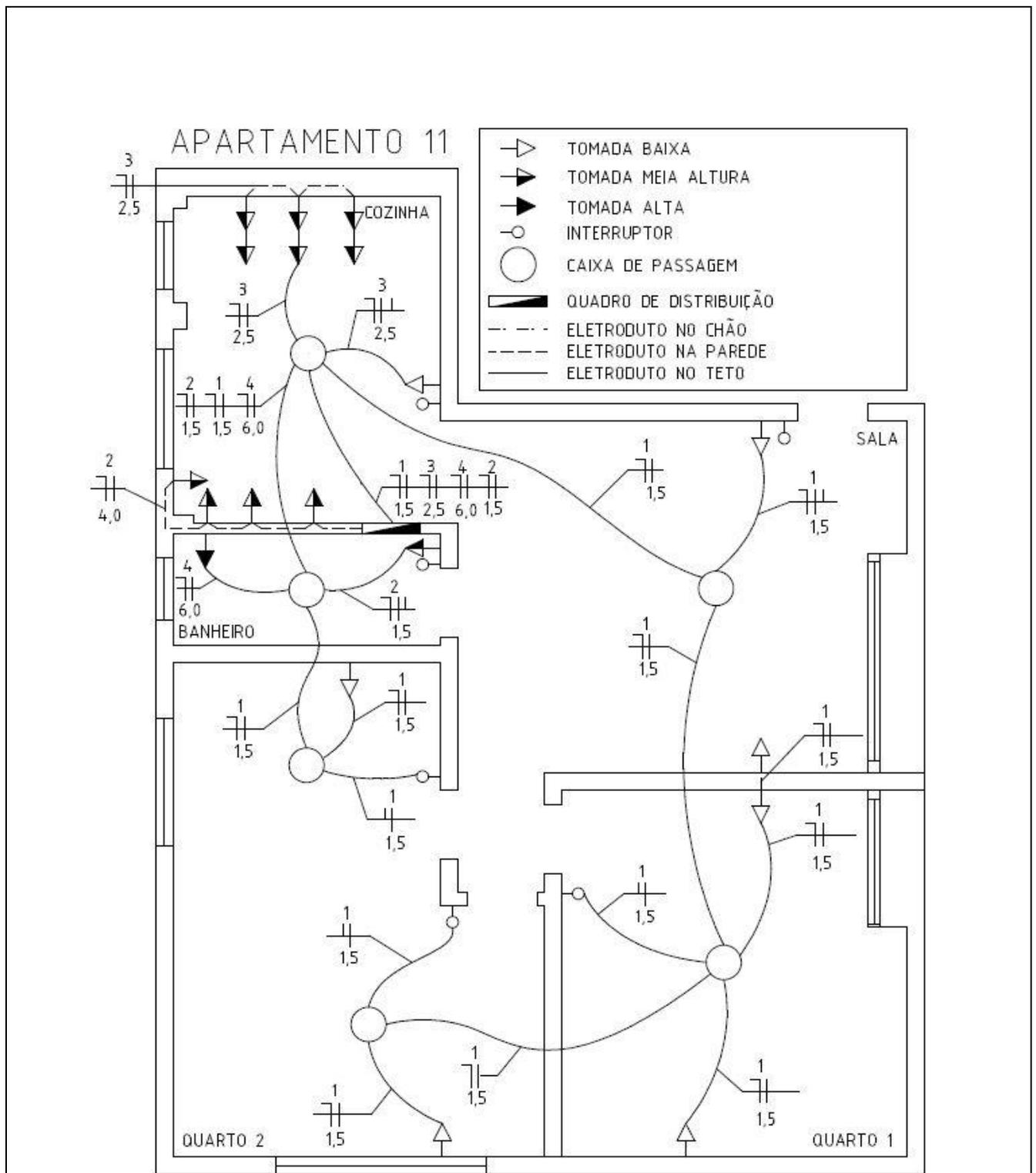
<b>UTFPR</b> Universidade Tecnológica Federal do Paraná	ANEXO 1	Escala: 1:50
	Trabalho de conclusão de curso	Prancha:
	Aluno: Nichollas Kowaleski Saucedo	01/05
Data: 01/06/2019	Orientador: Geraldo Cavalin	



NOTA: Recomenda-se a instalação do condutor de Proteção-PE (terra) em todos os circuitos e partes metálicas conforme determina a norma ABNT NBR 5410:2004.

## INSPEÇÃO VISUAL DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS DE BAIXA TENSÃO

<b>UTFPR</b> Universidade Tecnológica Federal do Paraná	ANEXO 2	Escala: 1:50
	Trabalho de conclusão de curso	Prancha:  <b>02/05</b>
	Aluno: Nichollas Kowaleski Saucedo	
Data: 01/06/2019	Orientador: Geraldo Cavalin	

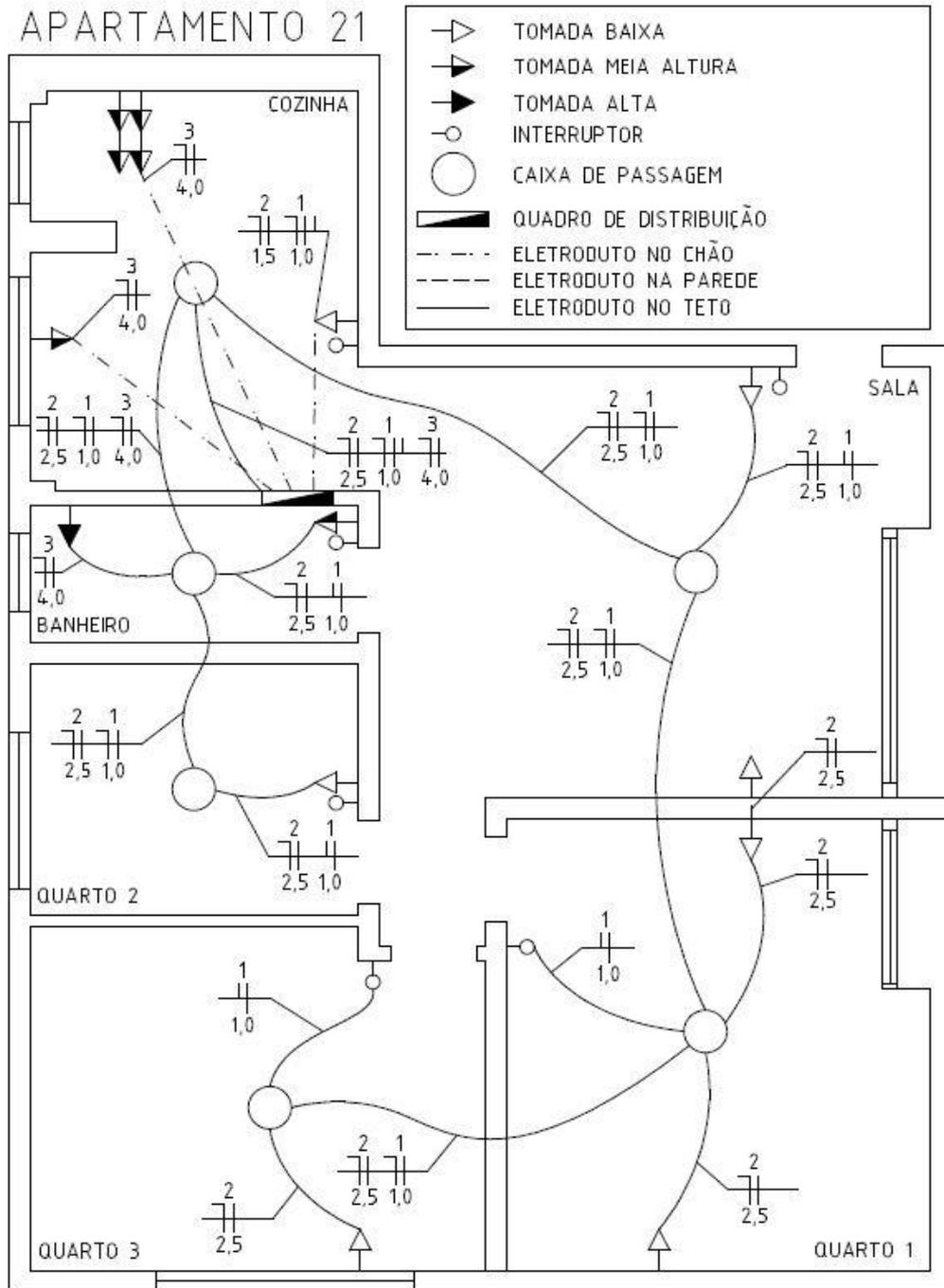


NOTA: Recomenda-se a instalação do condutor de Proteção-PE (terra) em todos os circuitos e partes metálicas conforme determina a norma ABNT NBR 5410:2004.

## INSPEÇÃO VISUAL DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS DE BAIXA TENSÃO

<b>UTFPR</b> Universidade Tecnológica Federal do Paraná	ANEXO 3	Escala: 1:50
	Trabalho de conclusão de curso	Prancha:
	Aluno: Nichollas Kowaleski Saucedo	03/05
Data: 01/06/2019	Orientador: Geraldo Cavalin	

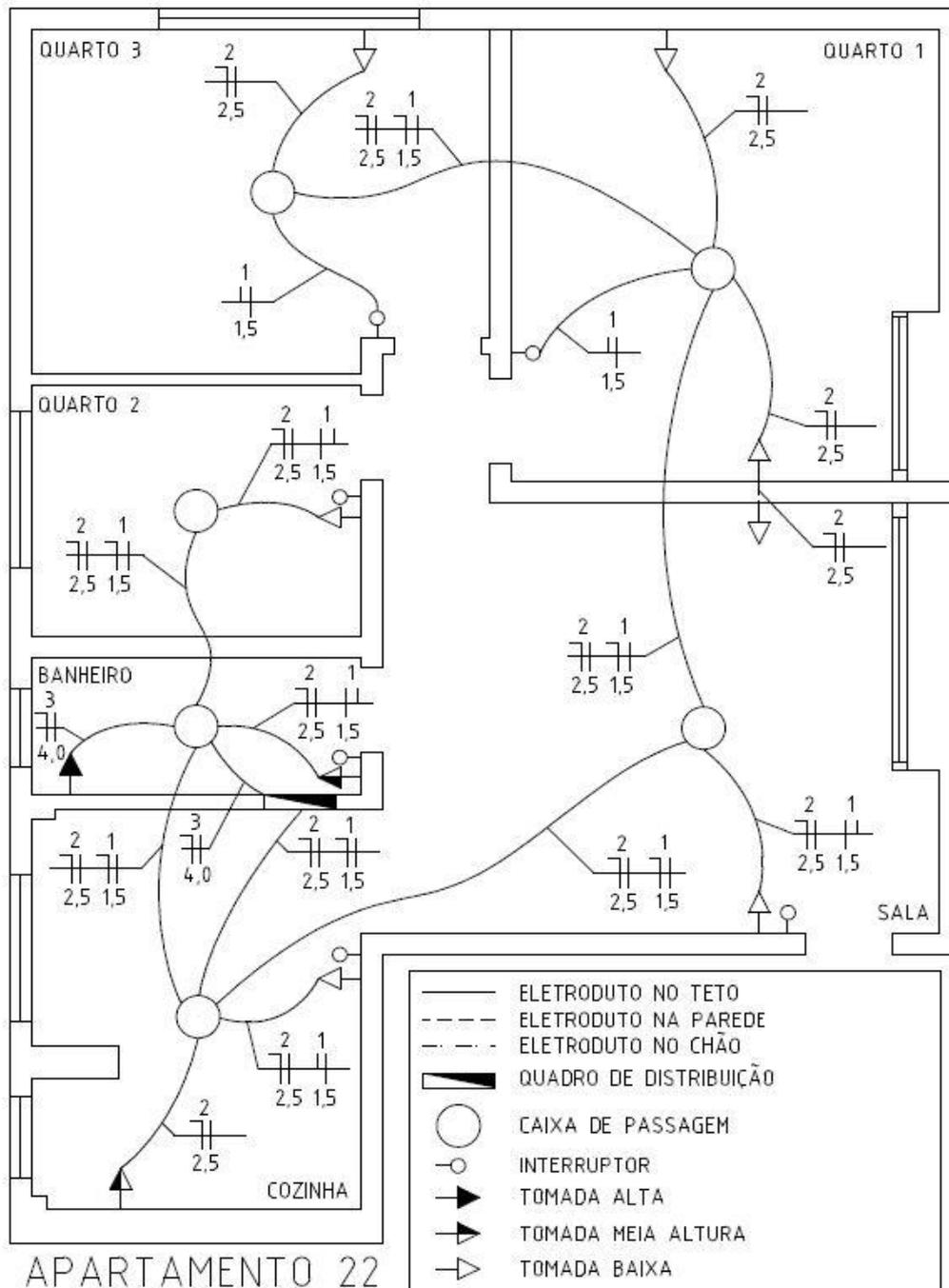
# APARTAMENTO 21



NOTA: Recomenda-se a instalação do condutor de Proteção-PE (terra) em todos os circuitos e partes metálicas conforme determina a norma ABNT NBR 5410:2004.

## INSPEÇÃO VISUAL DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS DE BAIXA TENSÃO

<b>UTFPR</b> Universidade Tecnológica Federal do Paraná	ANEXO 4	Escala: 1:50
	Trabalho de conclusão de curso	Prancha:  <b>04/05</b>
	Aluno: Nichollas Kowaleski Saucedo	
Data: 01/06/2019	Orientador: Geraldo Cavalin	



NOTA: Recomenda-se a instalação do condutor de Proteção-PE (terra) em todos os circuitos e partes metálicas conforme determina a norma ABNT NBR 5410:2004.

### INSPEÇÃO VISUAL DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS DE BAIXA TENSÃO

<b>UTFPR</b> Universidade Tecnológica Federal do Paraná	ANEXO 5	Escala: 1:50
	Trabalho de conclusão de curso	Prancha:  <b>05/05</b>
	Aluno: Nichollas Kowaleski Saucedo	
Data: 01/06/2019	Orientador: Geraldo Cavalin	